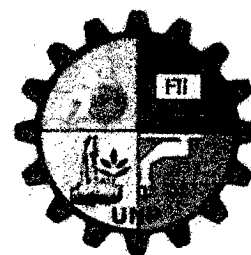




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL CHOCOLATE  
DE TAZA ELABORADO POR ASDEME, MEDIANTE PRUEBAS  
ACELERADAS (ASLT) EN DOS TIPOS DE EMPAQUE”**

**PRESENTADA POR:**

**DEAN MARCO CASTILLO GOLLES**

**CELIA NOEMÍ SILVA SÁNCHEZ**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PIURA, PERÚ**

**2015**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL CHOCOLATE  
DE TAZA ELABORADO POR ASDEME, MEDIANTE PRUEBAS  
ACELERADAS (ASLT) EN DOS TIPOS DE EMPAQUE”**

**PRESENTADA POR:**

**DEAN MARCO CASTILLO GOLLES**

**CELIA NOEMÍ SILVA SÁNCHEZ**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PIURA, PERÚ**

**2015**

7459  
CAS

**Tesis presentada como requisito para optar el título de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias.**

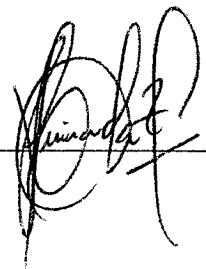
**Asesor :**

Ing. Carmen Zulema Quito Rodríguez



**Co - asesor :**

Dr. William Rolando Miranda Zamora



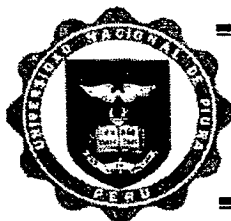
**Tesistas :**

Dean Marco Castillo Golles

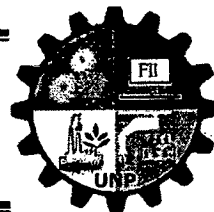


Celia Noemí Silva Sánchez





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DECANATO



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Tesis denominada: **«DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL CHOCOLATE DE TAZA ELABORADO POR ASDEME, MEDIANTE PRUEBAS ACELERADAS (ASLT) Y EN DOS TIPOS DE EMPAQUE»**, presentada por los señores: **DEAN MARCO CASTILLO GOLLES y CELIA NOEMÍ SILVA SÁNCHEZ**, Bachilleres de la Escuela Profesional en Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias; asesorada por la Ing. **Carmen Zulema Quito Rodríguez** y co asesorada por el Dr. **William Rolando Miranda Zamora**; reunidos para la sustentación de ésta y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran:



Con el Calificativo:

APROBADA

BUENA

En consecuencia los sustentantes se encuentran aptos para recibir el título profesional de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**, conforme a Ley.

Piura, 24 de noviembre del 2014

  
Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ  
PRESIDENTE - JURADO CALIFICADOR

  
Ing. DANIEL ENRIQUE CRUZ GRANDA, MSc.  
VOCAL - JURADO CALIFICADOR

  
Dr. NÉSTOR JAVIER ZAPATA PALACIOS  
SECRETARIO - JURADO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA:**

A Dios Todopoderoso quien supo guiarnos por el buen camino y acompañarnos en cada momento; a nuestros padres quienes nos apoyaron en cada instancia de la carrera y desarrollo de la presente tesis, dándonos la oportunidad de formarnos como profesionales y mejores personas; a nuestros maestros por sus enseñanzas impartidas en las aulas; a nuestros amigos por habernos apoyado y animado a seguir hasta el culminar este proyecto; a nuestra Asesor y Co-asesor por su apoyo incondicional.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es determinar la vida de anaquel del chocolate de taza elaborado por la Asociación de Mujeres Emprendedoras (ASDEME) de Buenos Aires – Morropón mediante pruebas aceleradas de vida útil (ASLT) utilizando dos tipos de empaque para la conservación del producto: Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno y Polipropileno Cast o mono orientado a 20, 25 y 30 °C a 80% de humedad relativa. Durante el tiempo de almacenamiento se realizaron pruebas fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas sobre el chocolate de taza.

También se realizó el seguimiento sobre el comportamiento de la actividad del agua del chocolate de taza en los dos tipos de empaque evaluados así como de la construcción de tres isothermas de adsorción de agua y la determinación experimental de su permeabilidad. La información recopilada permitió calcular la vida de anaquel del chocolate de taza a una condición de almacenamiento de 18 °C y 80 % de humedad relativa, utilizando un método estadístico en el que se usó el análisis de la función de riesgo de Weibull se obtuvo 117 y 124 días de vida para el chocolate de taza empacado en a) Polipropileno Cast o mono orientado y b) en Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno respectivamente. Adicionalmente se utilizó un método fisicoquímico que permitió dar como resultado una durabilidad de 135 y 148 días para el chocolate de taza empacado en Polipropileno Cast o mono orientado y en Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno respectivamente.

Adicionalmente se realizó una encuesta dirigida a mujeres entre 20-25 años en la ciudad, considerando que ellas tienen el poder de decisión y adquisitivo en la canasta familiar (basado en el Estudio de Mercado de Chocolates en el Perú realizado por la Dirección de promoción de competitividad, 2009) para saber los gustos, preferencias y su característica determinante para la adquisición de sus productos, concluyendo que solamente el 75% consume chocolate de taza. Las marcas preferidas son Sol del Cusco y Cusco Real, siendo la demanda solo en diciembre por tradición, esto debido que éstas desconocen los beneficios que el consumo de chocolate aporta a nuestra salud, pero el 75% contestó que si incluiría en su dieta el consumo de chocolate de taza si se dieran a conocer los beneficios. La característica determinante para la adquisición del producto sería la marca y presentación.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the shelf life of the cup chocolate produced by the Association of Women Entrepreneurs (ASDEME) from Buenos Aires - Morropon through Accelerated shelf-life testing (ASLT) using two types of packaging for the conservation of the product: Pouch of aluminum, polyester and food-grade polyethylene and cast or mono-oriented polypropylene film at 20, 25 and 30 °C at 80% relative humidity. During the storage time physicochemical, sensory and microbiological tests were performed on cup chocolate.

It was also performed the Monitoring on the behavior of the water activity of the cup chocolate in the two types of evaluated packaging as well as the construction of three water adsorption isotherms and the experimental determination of the permeability. The information collected enabled to calculate the shelf life of the cup chocolate at a storage condition of 18 °C and 80% relative humidity, using a statistical method in which the Weibull distribution function was used. It was obtained 117 and 124 days of life for the cup chocolate packed in a) cast or mono-oriented polypropylene film and b) Pouch of aluminum, polyester and food-grade polyethylene respectively. Additionally it was used a physicochemical method that allowed to obtain a durability result of 135 and 148 days for the cup chocolate packed in cast or mono oriented polypropylene and foil pouch, polyester bag with polyethylene barrier respectively

Additionally, a survey was conducted among women between 20-25 years in the city of Piura, considering that they have the power of decision and purchasing in the family's basic needs (based on Market Study of Chocolates in Peru conducted by the Direction of Promotion competitiveness, 2009). This survey was conducted to know the tastes, preferences and determining characteristic for the purchase of their products, concluding that only 75% of them consume cup chocolate. Preferred brands are Sol del Cusco and Cusco Real, with demand only in December by tradition, this is because they are unaware of the benefits that chocolate consumption contributes to our health, however 75% of them said that they would include in their diet chocolate consumption if the benefits of it were made known. The decisive characteristic for the acquisition of the product would be brand and presentation.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 El chocolate.....	3
1.1.1 Proceso de fabricación del chocolate.....	4
1.2 Causas de deterioro en la calidad del chocolate.....	9
1.2.1 Factores inherentes al producto.....	9
1.2.2 Factores ambientales.....	9
1.3 Vida de anaquel.....	11
1.3.1 Factores fundamentales que influyen en la vida de anaquel de un alimento....	12
1.4 Pruebas de vida de anaquel aceleradas (ASLT).....	13
1.4.1 Gráficos de vida de anaquel .....	13
1.4.2 Métodos fisicoquímicos .....	14
1.4.2.1 Isotermas de sorción de humedad.....	17
1.4.2.2 Métodos probalísticos.....	19
1.4.2.2.1 Función de riesgo .....	20
1.4.2.2.2 Construcción de la curva de riesgo y distribución de Weibull.....	20
1.5 Empaque.....	23



1.5.1	Definición de empaque o envase .....	23
1.5.2	Funciones del empaque.....	23
1.5.3	Clases de envases .....	24
1.5.4	Empaques compuestos .....	24
1.5.4.1	Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno.....	26
1.5.4.2	Polipropileno.....	27
1.5.4.2.1	Características y ventajas de la película de polipropilenos.....	27
1.5.4.2.2	Polipropileno biorientado .....	28
1.5.4.2.3	Polipropileno Cast o mono orientado.....	28
1.6	Permeabilidad.....	29
1.6.1	Mecanismo de permeación.....	29
1.6.2	Factores que afectan la permeabilidad .....	30
1.7	Antecedentes de estudios realizados sobre el chocolate.....	31
 <b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO DEL CHOCOLATE DE TAZA EN LA CIUDAD DE PIURA.</b>		
2.1	LA DEMANDA.....	34
2.1.1	Perfil de los consumidores.....	35
2.1.2	Tendencias de consumo de chocolates.....	36
2.1.2.1	El consumo de chocolates y percepciones.....	36

2.1.2.2	El consumo de chocolate de taza y percepciones en la ciudad de Piura.....	38
2.2	Oferta de chocolate.....	42
2.2.1	Oferta de grano de cacao.....	42
2.2.1.1	El material genético.....	42
2.2.1.2	Calidad de cacao en el Perú.....	43
2.2.1.3	La producción de Cacao en el Perú.....	44
2.2.2	La Oferta industrial.....	46
2.2.3	La formación del precio y el balance mercado interno/externo.....	48

### **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	Localización.....	50
3.2	Materia Prima.....	50
3.3	Materiales, equipos y reactivos.....	50
3.4	Métodos de análisis .....	52
3.4.1	Análisis Físicos .....	55
3.4.2	Análisis químicos.....	57
3.4.3	Análisis Microbiológicos .....	58
3.4.4	Análisis sensorial.....	58
3.4.5	Análisis del mercado.....	59

## **CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Seguimiento de las variables Fisicoquímicas.....	60
4.2 Vida de anaquel a través de métodos estadísticos.....	63
4.2.1 Vida de anaquel a través del análisis de la función de riesgo de Weibull.....	64
4.2.2 Prueba de bondad de ajuste.....	66
4.2.3 Predicción de la vida de anaquel del chocolate de taza a temperatura ambiente a través del modelo de Arrhenius.....	67
4.2.4 Cálculo del parámetro Q10.....	69
4.3 Vida de anaquel a través métodos fisicoquímicos.....	71
4.4 Ajuste de las isothermas de adsorción de al modelo de G.A.B.....	75
4.5 Determinación de la permeabilidad al vapor a través del empaque.....	78
4.6 Seguimiento de las variables microbiológicas.....	79
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	84
ANEXOS.....	91

## ÍNDICE DE CUADROS.

	PÁGINA
Cuadro 1. Composición química de almendras de cacao fermentadas y secas.....	4
Cuadro 2. Tipo de negocio.....	35
Cuadro 3. Característica que tendría en cuenta.....	41
Cuadro 4. Características de calidad del cacao peruano según zona.....	43
Cuadro 5. Las variedades de cacao en el Perú según zonas.....	44
Cuadro 6. Evolución de las exportaciones de cacao en grano en el Perú.....	45
Cuadro 7. Especificaciones Técnicas de los Equipos (Fuente Manuales, elaboración Propia) .....	51
Cuadro 8. Datos Fisicoquímicos.....	60
Cuadro 9. Resultados de evaluación sensorial (Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno a 25°C).....	64
Cuadro 10. Rango y riesgo acumulado.....	64
Cuadro 11. Resultados de la prueba de bondad de ajuste.....	66
Cuadro 12. Tiempos de vida de anaquel calculados a través de la función de Weibull.....	67
Cuadro 13. Valores de $Q_{10}$ , $EA$ y tiempos de vida de anaquel a 18 °C y 80% de HR.....	70
Cuadro 14. Comparación entre los tiempos de vida de anaquel: Por Empaque Reportada- Weibull.....	70
Cuadro 15. Actividad de Agua.....	71
Cuadro 16. Constantes de velocidad de reacción.....	72

<b>Cuadro 17. Comparación de tiempos de vida de anaquel. Por Empaque Reportada- Fisicoquímica.....</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro 18. Diferencia de la determinación de vida anaquel por métodos estadísticos y quimicofísicos.....</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro 19. Contenido de humedad en base seca.....</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro 20. Parámetros del modelo de G.A.B para el chocolate de taza.....</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro 21. Permeabilidad (<math>\text{g}\cdot\mu\text{m}/\text{m}^2\cdot\text{día}\cdot\text{Pa}</math>).....</b>	<b>79</b>
<b>Cuadro 22. Análisis iniciales y finales de mohos, levaduras y coliformes.....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Diagrama de Flujo: Elaboración de Chocolate.....	8
Figura 2. Gráficos de vida de anaquel.....	14
Figura 3. Bolsas fabricadas a partir de materiales compuestos (combinación de plástico y metal).....	26
Figura 4. Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.....	26
Figura 5. Mecanismos de permeación.....	29
Figura 6. Nivel Académico de Población Encuestada.....	38
Figura 7. ¿Marcas de chocolate que se consumen?.....	39
Figura 8. ¿Factores que determinan la aceptación de la marca?.....	39
Figura 9. ¿En qué fechas Usted consume chocolate de taza?.....	40
Figura 10. ¿Conoce usted los beneficios del consumo de chocolate de taza?.....	40
Figura 11. Si a usted se le diera a conocer los beneficios a su salud lo incluiría en su dieta diaria.....	41
Figura 12. Evolución de las exportaciones de cacao en grano.....	45
Figura 13. Kilogramos exportados de pasta de cacao en el 2012.....	46
Figura 14. Evolución de las exportaciones de pasta de cacao.....	47
Figura 15. Diagrama de flujo del estudio de vida de anaquel (Elaboración propia).....	54
Figura 16. Contenido de humedad para el chocolate de taza empacado Polipropileno mono orientado. ....	61

Figura 17. Contenido de humedad para el chocolate de taza empacado en Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno.....	61
Figura 18. Índice de Peróxido para el chocolate de taza empacado Polipropileno mono orientado.....	62
Figura 19. Índice de Peróxido para el chocolate de taza empacado en Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.....	62
Figura 20. Gráfico del riesgo de Weibull.....	65
Figura 21. Gráfico de vida de anaquel, $\ln t$ Vs. $1/T$ (K-1).....	68
Figura 22. Gráfico de vida de anaquel, $\ln t$ Vs. $T$ (°C).....	69
Figura 23. Ajuste de los datos cinéticos a una reacción de primer orden.....	72
Figura 24. Variación de la constante de velocidad de reacción $k$ , con la temperatura.....	73
Figura 25. Isotermas de adsorción de agua experimentales para el chocolate de taza.....	76
Figura 26. Linealización del modelo de G.A.B a 25 °C.....	77
Figura 27. Humedad transportada a través del papel laminado a 25 °C.....	78

## ÍNDICE DE ANEXOS

### PÁGINA

Anexo 01. Elaboración de Chocolate de Taza (ASDEME) .....	92
Anexo 02. Atmosferas Modificadas .....	93
Anexo 03. Montaje utilizado para determinar la permeabilidad.....	94
Anexo 04. Método de Interpolación Gráfica según Landrock y Proctor (1951).....	95
Anexo 05. Determinación de las isotermas de sorción.....	96
Anexo 06. Determinación de Grasas.....	97
Anexo 07. Determinación de Proteínas (Método Kjeldahl).....	98
Anexo 08. Ficha de evaluación sensorial I .....	100
Anexo 09. Ficha de evaluación sensorial II .....	101
Anexo 10. Encuesta de consumo de chocolate de taza.....	102
Anexo 11. Encuesta para vendedores .....	103
Anexo 12. % Humedad De las muestras en empaque de polipropileno mono orientado.....	104
Anexo 13. Índice de peróxido de las muestras en los empaques polipropileno mono orientado y en la bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno .....	105
Anexo 14. Tabla para la prueba de Kolmogorov-Smirnov.....	106
Anexo 15. Evaluación sensorial.....	107
Anexo 16. Permeabilidad de los empaques a 25°C.....	109



## **INTRODUCCIÓN**

Los estudios de vida útil para definir la duración de los alimentos son necesarios para no sobre dimensionar el tiempo que realmente dura el producto. La vida útil de un alimento comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos en él, que puedan generar rechazo en el consumidor final. Puede variar según el proceso de producción, la naturaleza del producto y el tiempo de almacenamiento, obteniéndose cambios a niveles microbiológicos, sensoriales y/o físicos-químicos.

La elaboración de productos con valor agregado asegura la continuidad de una empresa en el mercado, motivo por el cual, la Asociación de Mujeres Emprendedoras ( ASDEME) de Buenos Aires - Morropón busca introducir nuevos productos a base de cacao orgánico, entre los cuales se encuentra el chocolate de taza, esto debido a la gran importancia que representa dicho producto en el mercado, es así que se realiza el presente estudio con el fin de determinar el tiempo en que éste conservará sus cualidades físicas y organolépticas apropiadas, de tal manera que garantice su inocuidad y calidad y así aportar información, no sólo en el campo nutricional sino en el campo *ingenieril* como base fundamental para avanzar en temas afines en futuros trabajos o profundizaciones sobre el tema.

La realización de este trabajo tuvo como objetivo la consecución de datos precisos que permitieran relacionar el efecto de las condiciones ambientales (*temperatura y humedad relativa*) con la durabilidad del chocolate de taza, en el empaque de polipropileno monoorientado y Bolsa de aluminio, de poliéster y barrera de polietileno, para ello se ha dividido la presente investigación en cuatro capítulos. En el primer capítulo se hace una revisión bibliográfica de los aspectos generales de la investigación, como son la definición de chocolate, la vida de anaquel y las pruebas que se aplican para su determinación así como los tipos de empaque en el mercado. En el segundo capítulo se presenta el estudio de mercado para el chocolate de tasa y así determinar la demanda y oferta del producto en estudio. En el capítulo tres se indican los materiales y métodos utilizados en la investigación y en último capítulo se presentan los resultados obtenidos. Finalmente se incluyen las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación realizada.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo general:**

Determinar la vida de anaquel del chocolate de taza elaborado por la ASDEME mediante pruebas aceleradas de vida útil (ASLT) utilizando dos tipos de empaque para la conservación del producto.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar la demanda y oferta de chocolate de taza en la ciudad de Piura.
- Identificar las variables críticas (humedad relativa y temperatura) que tienen una relación directa con la pérdida progresiva de la calidad del producto.
- Determinar la vida de anaquel del chocolate de taza por análisis físicos, químicos y análisis sensorial.
- Comparar los valores de vida de anaquel del chocolate de taza para cada empaque.
- Determinar la permeabilidad de los dos tipos de empaque.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 El chocolate.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) de INDECOPI se puede denominar chocolate al: “alimento que tenga un mínimo de 35% de cacao en su composición, del cual un 18% como mínimo sea manteca de cacao (mantequilla de cacao) y un 14% por lo menos de materia seca de cacao (pasta de cacao) (NTP 208.002, 2008).

La palabra chocolate proviene del vocablo azteca “XOCOLAT” que significa “Agua Espumosa” (xoco: espuma; atl: agua). La mayoría de los diccionarios definen el chocolate como: “Una pasta hecha de cacao molido”; aunque existe una gran variedad de productos que conocemos bajo este nombre, estos se clasifican de acuerdo con su contenido de cacao, así:

- Chocolate amargo: contiene un alto porcentaje de cacao, sin azúcar. Llamado comúnmente chocolate de mesa.
- Chocolate negro: es crema de cacao con azúcar.
- Chocolate blanco: a la leche, se le añade azúcar y manteca de cacao, razón por la cual no tiene el color marrón característico de las almendras tostadas de cacao.
- Chocolate líquido: es elaborado con aceite vegetal en vez de manteca de cacao, para garantizar su liquidez; no presenta un sabor confiable, fue desarrollado para hornear.

La alta concentración de azúcar (en el chocolate), así como el alto contenido de grasa, son los elementos principales que influyen en la transformación del chocolate a la hora de trabajar con él. Al aplicar calor a las grasas, se funden; lo que comúnmente se conoce como “derretir el chocolate” y los azúcares se

caramelizan, dando a la mezcla esa textura única entre brillante y untuosa (Peña, 2003).

El chocolate de mesa presenta algunas variaciones en su composición química, dependiendo del tipo y región de donde provenga el cacao; pero en términos generales, se puede establecer la siguiente composición (cuadro 1):

**Cuadro 1. Composición química de almendras de cacao fermentadas y secas.**

<b>Componentes</b>	<b>Fermentado y seco (%)</b>	<b>Cáscara (%)</b>	<b>Germen o Radícula (%)</b>
Agua	5,00	4,50	8,50
Grasa	54,00	1,50	3,50
Cafeína	0,20		
Teobromina	1,20	1,40	
Polihidroxifenoles	6,00		
Proteína bruta	11,50	1,90	25,10
Mono-oligosacaridos	1,00	0,10	2,30
Almidón	6,00		
Pentosas	1,50	7,00	
Celulosa	9,00	26,50	4,30
Ácidos carboxílicos	1,50		
Otras sustancias	0,50		
Cenizas	2,60	8,00	6,30

**Fuente:** Belitz y Grosch, citados por Calderón (2002), mencionado por Amores *et al* (2009).

#### **1.1.1. Proceso de fabricación del chocolate.**

La fabricación del chocolate, tanto si es en pequeña o gran escala, consta de dos etapas fundamentales que son las siguientes:

**a) Transformación.**-La primera fase de la fabricación del chocolate es la transformación ya que las materias primas empleadas no todas se utilizan en su estado de compra. Sino que han de ser sometidas primero a transformación. Las

materias primas que han de pasar por esta primera fase es el cacao y comprende las siguientes operaciones (BCIE,1982):

I.- Clasificación y limpia del cacao en bruto.

II.- Tostación y torrefacción del cacao.

III.- Descascarillado.

IV.- Molienda del cacao.

**b) Fabricación.-** Una vez transformada estas materias primas se pasa a la fabricación de los diferentes tipos de chocolate. Para el chocolate de taza en estudio comprende las siguientes operaciones (Cabeza, 2004):

V.-Conchado.

VI.-Atemperado.

VII.- Moldeado y enfriado.

VIII.- Desmolde y empaclado.

A continuación se describe cada una de ellas:

**I.- Clasificación y limpia del cacao en bruto.-**

*La clasificación y la limpia de las semillas del cacao de la misma clase tiene por principal objeto separar las materias extrañas que las acompañen, como arena, piedra, etc. no solamente porque estas materias podrían dañar a las máquinas usadas en la industria del chocolate para moler el cacao y mezclarlo con las demás materias, sino también porque las materias extrañas pueden comunicar al cacao olor desagradable por efecto de la torrefacción o disminuir el olor agradable del chocolate, sufriendo además el buen aspecto y buenas cualidades de este producto(BCIE, 1982).*

## **II.- Tostación o torrefacción del cacao.-**

Las semillas limpias y clasificadas por tamaños, se someten a la acción de una temperatura elevada. El objeto principal de la torrefacción es la producción del aroma propio del cacao; el cual se forma durante el proceso de torrefacción por descomposición química de determinados componentes. Al mismo tiempo se evapora la humedad contenida todavía en las semillas hasta el 1-2% y estas se vuelvan quebradizas, y por lo tanto, adecuadas para los posteriores procesos de trituración y purificación (Cabeza, 2004).

## **III.- Descascarillado.**

En esta etapa la cáscara se debe separar perfectamente sin embargo la cáscara alrededor de algunos granos no se puede quitar fácilmente.

En la práctica, los granos son generalmente sometidos a tratamientos de calor de superficie para facilitar la liberación de la cáscara, se utilizan tostadores continuos de aire, secadores infrarrojos, entre otros (Beckett, 2009).

## **IV.- Molienda del cacao.**

En esta etapa el cacao se presenta en partículas de varios milímetros de diámetro; se debe lograr un tamaño que depende del tipo de chocolate y del mercado consumidor, pero en general la mayoría de las partículas deben ser inferiores a 40 micras (Delys, 2013).

## **V.- Conchado**

Debido a la presencia de compuestos químicos indeseables que dan lugar a sabores ácidos en el chocolate, éste se debe conchar; esto significa eliminar tales sabores y desarrollar a la vez los agradables.

La función de la máquina de conchar es remover el chocolate líquido suavemente durante un periodo que puede llegar a ser hasta de 7 días para conseguir un chocolate de alta calidad (Beckett, 2009).

## **VI.- Atemperado**

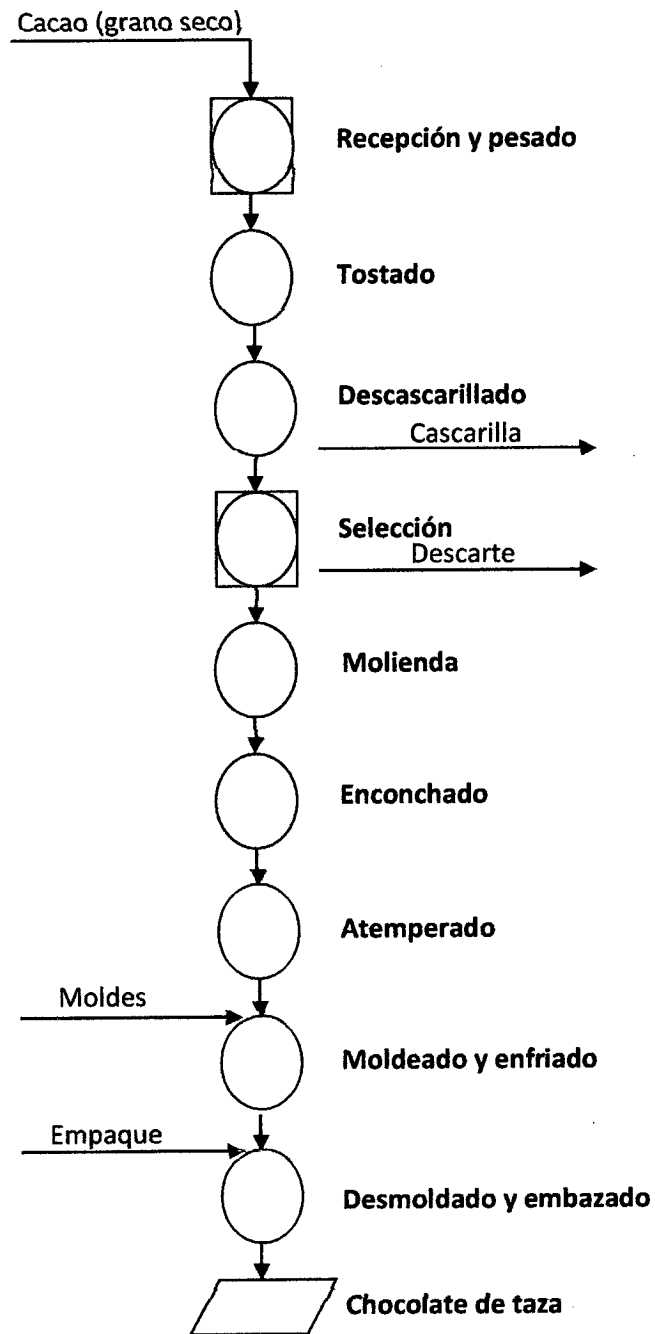
Esta etapa tiene como finalidad dar al chocolate de mesa, la estabilidad física y en particular la resistencia al calor y a la rotura; contribuye a impedir la formación de “Escarcha de grasa” o “Bloom”, y le da la capacidad de adquirir un brillo sedoso, luego del moldeado (Cabeza, 2004).

## **VII.- Moldeado y enfriado.**

La operación de moldeo consta de dos procedimientos básicos: llenado de moldes y recorte de excesos en el molde. La operación de enfriamiento de moldes de chocolate se hace para que las barras adquieran la forma de molde, endurezcan y se puedan empacar (Cabeza, 2004).

## **VIII.- Desmolde y empacado.**

Los moldes de chocolate al salir de enfriamiento deben ser inmediatamente desmoldados para evitar que las barras se adhieran con fuerza a los recipientes y luego se dificulte la operación. Se empaca higiénicamente, se embala y se almacena en bodegas desde donde se despacha a los distribuidores (Cabeza, 2004).



**Figura 1. Diagrama de Flujo: Producción de chocolate de taza (Fuente ASDEME, elaboración propia).**



## **1.2. Causas de deterioro en la calidad del chocolate.**

Los factores causantes del deterioro del chocolate se dividen en dos clases principales:

- Factores inherentes al producto.
- Factores ambientales.

### **1.2.1. Factores Inherentes al Producto**

**Calidad de la materia prima:** Selección y recepción adecuada del cacao proveniente de buenos cultivos.

**Calidad del chocolate:** Esta se puede ver afectada en el almacenamiento y distribución, cuando el proceso de templado no fue realizado correctamente, presentándose cristales de grasa sobre la superficie del producto causando una apariencia grisácea y mohosa conocida como “**Bloom**”.

**Deterioro Oxidativo:** Debido al alto contenido de grasa en la manteca de cacao, ésta es muy propensa a la rancidez oxidativa la cual se da en concentraciones apreciables de chocolate (Man and Jones, 2000).

### **1.2.2. Factores Ambientales**

**Temperatura:** Especialmente alta y en condiciones fluctuantes, tiene un marcado efecto sobre la calidad y vida de anaquel del chocolate, con la tendencia a causar pérdidas del templado, “**Bloom**” y enranciamiento acelerado. No obstante, bajas temperaturas preservarán el sabor y las cualidades de textura del chocolate.

**Humedad Relativa:** El almacenamiento en condiciones de humedad relativamente alta puede causar el “**Bloom**” del azúcar, similar en apariencia al “**Bloom**” de la grasa pero mucho más áspero, el cual se presenta debido a que el azúcar soluble del chocolate se deposita en forma de grandes gránulos sobre éste, una vez el empaque absorbe esta humedad.

**Pérdida del olor y sabor:** Esto puede ser causado por influencias externas que penetran el empaque, durante el almacenamiento del chocolate envuelto, cerca de fuertes olores los cuales variarán tanto su sabor como su olor. También una transferencia de los tintes usados en el empaque puede causar manchas y alterar las cualidades del producto.

**Luz:** La luz inducida lleva a la rancidez; sin embargo, un buen empaque podría proteger el producto para alargar su tiempo de vida.

El sabor del chocolate se pierde aproximadamente después de un año de su producción, en condiciones de almacenamiento de 15°C y 65%HR, cuando muchas de las moléculas orgánicas que lo originaban se han perdido en el aire a través de la oxidación. A nivel molecular, tiene lugar un importante aumento de migraciones; esto es, las moléculas volátiles y las grasas migran hacia el exterior, sabores y olores externos migran hacia adentro.

La exposición del chocolate a temperaturas tibias permite que las fracciones menos estables de la manteca de cacao u otras grasas emigren hacia la superficie. Ello significa que la estructura interna del chocolate se ha debilitado, de manera que la grasa que en un inicio unía las partículas sólidas se ha perdido; lo que daba plasticidad, flexibilidad y elasticidad no se encuentra en el lugar que le corresponde, de manera que el material se vuelve quebradizo y polvoriento.

La exposición del chocolate a humedades elevadas, provoca un arrastre del azúcar hacia la parte exterior, depositándose en la superficie. Esto se manifiesta con la aparición de depósitos granulados de color blanco en la superficie.

Uno de los factores principales en la conservación del chocolate es la temperatura, cuyo control evitará el desarrollo de otros agentes de deterioro. En general, la industria chocolatera aconseja una temperatura entre 14°C-18°C considerándose como óptima 15°C. Siguiendo una de las reglas de oro en conservación preventiva, deben evitarse las fluctuaciones bruscas de

temperatura y humedad relativa, evitando de esta manera el cambio de la forma cristalina de la manteca de cacao. Entre 25°C y 30°C, las floraciones se producen rápidamente. Entre 22°C y 25°C el chocolate se ablanda, se daña fácilmente y las partículas se adhieren a la superficie.

Por encima de 25°C comienza a deformarse y más allá de 32°C a fundirse.

En cuanto a la humedad relativa, si se produce condensación en la superficie, se disuelve el azúcar. Al evaporarse el agua, se produce la floración de azúcar, formándose una capa blanquecina que corresponde a los cristales del azúcar. El nivel de humedad relativa no debería exceder el 65% (Man and Jones, 2000).

### 1.3. Vida de anaquel

Esencialmente la vida de anaquel, la vida media o vida útil de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales. O dicho de otra manera “el periodo de tiempo durante el cual resulta deseable el consumo de un producto alimenticio elaborado” (Bello, 2000).

Con ello se quiere expresar el tiempo que tarda la calidad de un alimento el alcanzar niveles considerables inaceptables para su consumo.

No obstante, los términos de la definición puede ser motivo, en algunas ocasiones, de dudas o confusiones (Bello, 2000):

- De una parte, los criterios de aceptabilidad pueden variar según tengan como base la inocuidad del producto o bien se apoyen en la evaluación subjetiva de unas propiedades sensoriales. Para soslayar esta situación, es frecuente que las industrias alimentarias establezcan el denominado *nivel mínimo de calidad aceptable*,<sup>4</sup> cuyas exigencias van a depender del posible grado de alteración alcanzado por el producto fabricado antes de su venta.
- De otra parte, al evaluarse el concepto de *vida útil* en términos de tiempos, significa que ha de tener un comienzo y un final.

Crear un producto con una vida útil fiable exige varios procesos y controles por el fabricante del alimento.

### **1.3.1. Factores fundamentales que influyen en la vida de anaquel de un alimento**

Los factores fundamentales que tienen influencia en la vida de anaquel de cualquier alimento son:

- Formulación
- Procesamiento
- Empaque
- Condiciones de Almacenamiento.

**Formulación:** Involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que asegurarán la integridad del alimento para la vida útil requerida.

Con respecto a la vida de anaquel, los factores claves incluyen contenido de humedad, actividad de agua ( $A_w$ ), pH y adición de preservativos antimicrobianos y antioxidantes.

La actividad de agua se refiere a la cantidad de agua “libre”, en un sistema, disponible para apoyar reacciones biológicas y químicas; cuanto más baja es la  $A_w$  menos viables son los microorganismos que contribuyen al deterioro del producto.

Los preservativos pertenecen a una clase de aditivos alimenticios que amplían la vida útil inhibiendo el crecimiento microbiano o reduciendo al mínimo los efectos destructivos del oxígeno, de los metales y de otros factores que pueden conducir a la rancidez.

**Procesamiento:** Depende de las materias primas e ingredientes para disminuir condiciones desfavorables o deteriorativas indeseables, promoviendo cambios físicos y químicos deseables, concediendo así al producto alimenticio la forma y características finales.

**Empaque y condiciones de almacenamiento:** Los parámetros más importantes son: la humedad relativa (% HR), presión, esfuerzos mecánicos, luz y temperatura. Estos parámetros son dependientes tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento. Es importante entender estas variables para llegar a obtener un producto alimenticio constantemente de alta calidad y seguro (Labuza, 2000, citado por De La Cruz, 2009).

#### **1.4. Pruebas de vida de anaquel acelerada (ASLT).**

Las ASLT (Accelerated Shelf – Testing of Food), son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se están estudiando productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento diferentes que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan “condiciones abusivas”, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos (Nuñez, C. y Chumbiray, M. 1991).

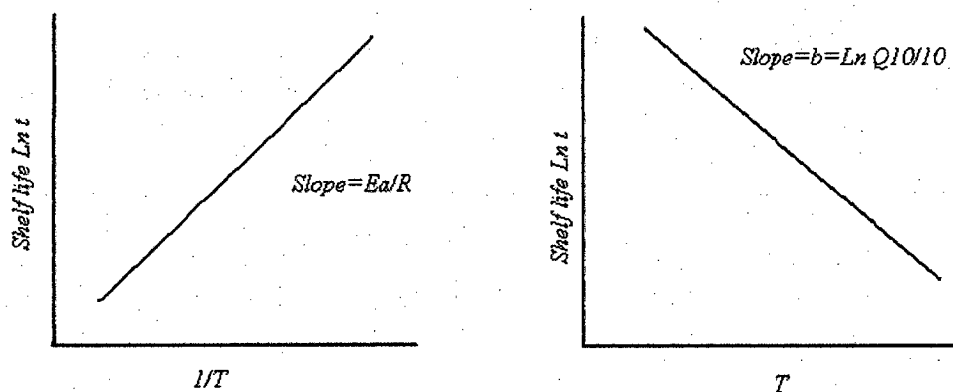
El objetivo de este método es almacenar producto/empaque terminados, bajo condiciones de abuso, examinar el producto periódicamente hasta que ocurra el final de la vida de anaquel, y entonces usar estos resultados para proyectar la vida de anaquel bajo condiciones de verdadera distribución (Labuza, 2002).

##### **1.4.1. Gráficos de vida de anaquel**

Una forma útil de cuantificar el efecto de la temperatura sobre la calidad de un alimento es a través de los gráficos de vida de anaquel, estos consisten en graficar el *logaritmo natural del tiempo de vida de anaquel* contra la temperatura o su inverso. De estos gráficos se pueden obtener parámetros importantes como son la energía de activación,  $EA$ , y el parámetro  $Q_{10}$ , el cual se define como la razón entre la vida de anaquel a una temperatura  $T_y$  la vida de anaquel a otra temperatura  $T+10$ ; así:

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida Anaquel a Temperatura } (T)}{\text{Vida Anaquel a Temperatura } (T + 10)} \dots (1)$$

La forma de los gráficos de vida de anaquel y la relación que existe entre sus pendientes y los parámetros arriba mencionados se muestra en la figura 2 (Gordon, 1993; citado por Ocampo 2003):



**Figura 2. Gráficos de vida de anaquel**

#### 1.4.2. Métodos fisicoquímicos.

Aplicando los principios de química fundamental, la velocidad de cambio de la calidad del alimento en general puede ser expresada como una función de la composición y de factores ambientales:

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i, E_j) \dots \dots (2)$$

Donde  $C_i$  son los factores de la composición, como concentración de componentes reactivos, catalizadores orgánicos, enzimas, inhibidores de la reacción, pH, actividad del agua o poblaciones microbianas; y  $E_j$  son los factores ambientales tales como la temperatura, humedad relativa, presión total y presión parcial de diferentes gases, luz. (SAGUY, 1980, citado por Ocampo, 2003).

Excluyendo el efecto de los factores ambientales,  $E_j$ , asumiendo que estos permanecen constantes, la ecuación (2) se simplifica y expresa el cambio de los

constituyentes relacionados con la calidad del alimento, como función del tiempo (Kenneth *et al*, 1997).

$$\frac{dA}{dt} = -k \cdot A^n \dots\dots (3)$$

Donde  $A$  es un factor físico, químico, microbiológico o sensorial de la calidad,  $k$  es la constante de velocidad que representa la tasa de variación del factor  $A$ ,  $n$  es el orden aparente de reacción, la cual puede ser positiva o negativa, dependiendo de si se trata de ganancia o pérdida de  $A$ . En general se tiene que las reacciones de deterioro de los alimentos pueden ser tratadas globalmente como reacciones elementales de orden aparente cero, uno o dos y por lo tanto el tratamiento cinético se hace de la misma forma que proponen los libros tradicionales de diseño de reactores y cinética química como Levenspiel, en donde a través de linealizaciones y gráficos se calculan los parámetros cinéticos y el orden de reacción (Ocampo, 2003).

Uno de los modelos más utilizados en la determinación de la vida de anaquel de un producto es el Modelo de Arrhenius.

La relación de Arrhenius, desarrollada teóricamente para reacciones químicas moleculares reversibles, ha sido experimentalmente aplicada a un número de reacciones químicas complejas y fenómenos físicos.

Las reacciones de pérdida de calidad de los alimentos han mostrado que siguen un comportamiento de Arrhenius con la temperatura, dado por la ecuación 2:

$$K = K_0 \text{Exp} \left( \frac{-E_a}{RT} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

$K$  = constante de velocidad de la reacción.

$K_0$  = constante de la ecuación de Arrhenius.

$E_a$  = energía de activación que se necesita para vencer la degradación de productos.

$R$  = 1.987cal/mol, constante universal de los gases (Viteri, 2010).

En términos prácticos esto significa que si los valores de K se obtienen a diferentes temperaturas, y se grafica el  $\ln K$  vs.  $1/T$ , se obtiene una línea recta con pendiente  $-E_a/R$ .

Usualmente, la velocidad de reacción se determina a tres o más temperaturas y K se grafica contra  $1/T$  en papel semi logarítmico o se emplea un ajuste por regresión lineal de la ecuación.

El contenido de humedad y la actividad de agua pueden influenciar los parámetros cinéticos ( $E_a$ ,  $K_0$ ), las concentraciones de los reactantes y en algunos casos el orden de reacción aparente.

Modelos matemáticos que incorporen el efecto de la actividad de agua como un parámetro adicional pueden ser usados para predicciones de vida de anaquel de alimentos sensibles a la humedad. También la vida de anaquel acelerada puede ser usada para predecir la vida de anaquel a condiciones normales, basada en datos recolectados a altas temperaturas y altas condiciones de humedad relativa; o por medio de una ecuación (5) que involucre la energía de activación, como es el caso de la relación de Arrhenius:

$$t_s = t_0 e^{\frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_s} \right)} \dots \dots \dots (5)$$

Siendo:

$t_s$  = tiempo de vida de anaquel a la temperatura  $T_s$ .

$t_0$  = tiempo a la temperatura  $T_0$ .

R = constante de los gases ideales.

$E_a$  = energía de activación para la reacción de deterioro (Chica y Osorio, 2003).



#### 1.4.2.1. Isotermas de sorción de humedad

La actividad de agua ( $a_w$ ) es una propiedad relacionada con las distintas reacciones degenerativas que se producen, en especial con el crecimiento microbiano, por lo que resulta de importancia para predecir la vida útil de los alimentos.

La relación entre el contenido total de humedad y la correspondiente actividad de agua en un intervalo de valores de ésta a una temperatura, se denomina isoterma de adsorción de humedad (Jowitt *et al.*, 1981; citado por Gil *et al.*, 2012). Las isotermas de adsorción se utilizan en cuatro grandes áreas del procesado de alimentos: secado, mezcla, envasado y almacenamiento. Siendo más ampliamente usadas en el estudio de la primera área mencionada (Fu *et al.*, 2012; citado por Gil *et al.*, 2012).

Las isotermas de sorción de humedad (MSI) son representaciones gráficas de  $p/p^\circ$  versus el contenido de agua (expresado como masa de agua por unidad de masa de materia seca) a la misma temperatura constante. La información obtenida con las MSI es útil (Fennema, 2000):

- a) Para formular mezclas de alimentos evitando la migración de humedad entre los diversos ingredientes.
- b) Para determinar la impermeabilidad (propiedades barrera antigases) requerida en el material de envasado.
- c) Para determinar el contenido de humedad que impide el crecimiento de los microorganismos de interés.
- d) Para predecir la estabilidad química y física de los alimentos, en función del contenido de agua.

Fennema (2000) menciona que se han realizado muchos intentos para modelar (caracterizar matemáticamente) las MSI, aunque el éxito de alcanzar alta conformidad de un modelo, en el intervalo completo de datos reales, para una MSI es difícil. El modelo más antiguo y mejor conocido es el de Brunauer, Emmett y Teller (BET).

Uno de los modelos más fieles, adaptables y amplios, es el desarrollado por Guggenheim, Anderson y DeBoer, conocido también por sus siglas GAB.

La ecuación de GAB que surge como una modificación a la ecuación de BET multiplicando en esta última a la humedad relativa por una constante  $K(<1)$  que toma en cuenta la diferencia entre el calor de adsorción de las multicapas y el calor de licuefacción (Gely y Giner, 1998).

La ecuación de BET (6) es la siguiente:

$$\frac{a_w}{m(1 - a_w)} = \frac{1}{m_1 \cdot c} + \frac{c - 1}{m_1 c} \cdot a_w \quad \dots (6)$$

Donde  $a_w$  es la actividad de agua,  $m$  es el contenido de humedad ( $\text{gH}_2\text{O/g}$  materia seca),  $m_1$  es el valor de monocapa de BET y  $C$  es una constante (Fennema, 2000).

La ecuación de GAB (7) es la siguiente:

$$M = \frac{m \cdot C \cdot k \cdot RH}{(1 - k \cdot RH)(1 - k \cdot RH + C \cdot k \cdot RH)} \quad \dots (7)$$

Siendo:

$M$  = contenido de humedad (decimal base seca)

$RH$  = humedad relativa (decimal)

$M$ ,  $C$  y  $k$  = parámetros que serán ajustados por una regresión.

$m$  = es el contenido de humedad de la monocapa (decimal, base seca), un valor para el cual todos los sitios de absorción del adsorbente están cubiertos por una capa monomolecular de adsorbato (Dural y Hines, 1993; Gely y Giner, 1998).

#### **1.4.2.2.Métodos probabilísticos**

Los métodos probabilísticos de estimación de la vida de anaquel se utilizan principalmente cuando el estudio se hace a través de evaluaciones sensoriales, la esencia de estos métodos consiste en considerar la vida de anaquel como una variable aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo estadístico. Se requiere fundamentalmente conocer la distribución estadística de las observaciones. Algunas de las distribuciones más utilizadas son la normal, Log-normal, Weibull, exponencial y del valor extremo. Una vez se ha determinado ésta, se estiman los parámetros de dicha distribución, con los que se puede inferir estadísticamente sobre el tiempo de durabilidad (Ocampo, 2003).

La metodología utilizada para realizar un estudio de vida de anaquel mediante métodos estadísticos se puede resumir a continuación (Ocampo, 2003):

- Determinación del criterio de fallo de las unidades y de la técnica de evaluación del parámetro.
- Realización del diseño para el estudio.
- Almacenamiento de muestras y recolección de la información. Como los ensayos son destructivos, no se puede llevar el estudio de una unidad hasta el tiempo final, sino que se conservan los datos de diferentes unidades en distintos tiempos, por esto se han llamado datos incompletos de fallo.
- Determinación de la técnica probabilística a la que mejor se ajusten los datos.
- Cálculo de los parámetros de la distribución.
- Determinación del tiempo de vida de anaquel del producto.
- Prueba de bondad de ajuste de la distribución.

#### 1.4.2.2.1. Función de riesgo

Para la aplicación de las técnicas estadísticas, es necesario conocer la función de riesgo, la cual es una función continua y puede describirse mediante una función de densidad probabilística  $f(t)$  y la función de probabilidad acumulada  $F(t)$  que describe la probabilidad de fracaso entre 0 y  $t$  y que se define como (Martínez, 1994):

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt \dots (8)$$

La probabilidad de que un producto fracase solo después de un tiempo  $t$ , es:

$$R(t) = 1 - F(t) \dots (9)$$

y se denomina función de confiabilidad. Con lo anterior se puede definir el coeficiente de riesgo:

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \dots (10)$$

$h(t)$  también es conocida como índice instantáneo de fracaso y mide la probabilidad de que un producto que ha sobrevivido hasta un tiempo  $t$ , fracase posteriormente. El riesgo acumulado  $H(t)$  se define como:

$$H(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{1 - F(t)} dt = -\ln\{1 - F(t)\} \dots (11)$$

#### 1.4.2.2.2. Construcción de la curva de riesgo y distribución de Weibull

Ocampo (2003) menciona que Cantillo (1998) utilizó las modificaciones realizadas por Nelson, quien transformó la función de riesgo acumulado para varias distribuciones, entre ellas la de Weibull, obteniendo relaciones de primer

orden entre el riesgo acumulado y los tiempos de fallo. La relación lineal que establece la función de riesgo transformada constituye la base de las técnicas de riesgo. Para su aplicación se toma el conjunto de datos de fallo, se transforman según la distribución asumida, se establece una relación lineal entre el tiempo de fallo y el riesgo acumulado, se determina la ecuación de la recta y con los parámetros de ésta se calculan la media y la desviación estándar por modelos matemáticos específicos para cada distribución.

Para construir una curva de riesgo, se almacenan los productos en estudio según el diseño experimental previo. Para cada valor observado se toma el tiempo, marcando aquellos valores para los cuales el producto falla. Se anota el orden del suceso en el que se suministra el tiempo, tanto para las muestras que fallan, como para las que no fallan. Este proceso genera una serie de observaciones ordenadas, luego se invierte el orden del suceso y se obtiene el rango inverso, denominado como  $K$ . Los valores de riesgo  $h(t)$  para las muestras que fallan se calculan por la siguiente expresión:

$$h(t) = \frac{100}{k} \dots (12)$$

Para cada tiempo de fallo se calcula el riesgo acumulado  $H(t)$  sumando al riesgo actual el valor precedente (Ocampo, 2003). Con estos datos y teniendo en cuenta que la función de probabilidad acumulada para la distribución de Weibull se expresa como:

$$F(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t}{\alpha}\right]^\beta} \dots (13)$$

Donde  $\alpha$  es el parámetro de escala y  $\beta$  es el parámetro de forma (Martínez, 1994). La expresión anterior se puede reemplazar en la definición del riesgo acumulado, ecuación (11), obteniéndose (Ocampo, 2003):

$$H(t) = -\ln \left[ 1 - \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \right) \right] = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \dots (14)$$

$$\text{Log}[H(t)] = \beta * \text{Log}[t] - \beta * \text{Log}[\alpha] \dots (15)$$

Despejando  $\text{Log}[t]$  se obtiene que:

$$\text{Log}[t] = \frac{1}{\beta} * \text{Log}[H(t)] + \text{Log}[\alpha] \quad \dots \quad (16)$$

En esta expresión se observa que de un gráfico del logaritmo del tiempo de fallo contra el logaritmo del riesgo acumulado se pueden calcular los parámetros de la distribución de Weibull, a partir de los cuales se establecen el valor esperado  $E(t)$  y la varianz  $\sigma^2$  (Ocampo, 2003):

$$E(t) = \alpha * r \left[ 1 + \frac{1}{\beta} \right] \quad \dots \quad (17)$$

$$\sigma^2 = \alpha^2 * \left[ r \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) - r^2 \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right] \quad \dots \quad (18)$$

Donde  $\Gamma$  es la función Gamma definida por:

$$r(t) = \int_0^{\infty} t^{p-1} * e^{-t} * dt \quad \text{para } p > 0 \quad \dots \quad (19)$$

### 1.5. Empaque

El empaque, una parte integral de los procesos en alimentos, lleva a cabo dos funciones en la industria alimentaria: primera, proteger la vida de anaquel de los alimentos hasta un grado predeterminado, y segunda, atraer la atención de los consumidores en los sitios de venta (Sharma *et al*, 2003). Precisamente de la segunda función nace la necesidad de innovación en el mercado, obliga tanto al diseño de nuevos envases para nuevos productos que han alcanzado la madurez y que hay que revitalizar permitiéndolos acceder a nuevos mercados.

Así los empaques deben poseer unas necesidades muy especiales desde la cual los productos o servicios compiten agresivamente a favor de los diferentes consumidores y empresarios. Las necesidades, los requerimientos y las expectativas de los empaques en el consumo diario, presentan dinanismos muy altos. Los estudios han calculado que los cinco primeros segundos en el

proceso de decisión de un consumidor normal promedio son esenciales para la elección de su compra y durante este proceso el empaque con las categorías anteriores enunciadas, se convierte en un medio entre: consumidor - producto – empaque (Avendaño, 2009).

#### **1.5.1. Definición de empaque o envase**

Envase o empaque es según la Directiva Europea 94/62/CE, “es todo producto fabricado con cualquier material de cualquier naturaleza que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde *materiales primas hasta acabados*, y desde el fabricante hasta el usuario o consumidor" (Avendaño, 2009).

#### **1.5.2. Funciones del empaque:**

- ✓ **Función de continente:** El empaque es en primer lugar un recipiente, con la obligación de indicar la masa o volumen exacto de su contenido, el fraccionamiento en unidades según el consumo (individuales, diarias, etc.).
- ✓ **Función de representación:** Encaminada en llamar la atención y a seducir al comprador en el canal de distribución.
- ✓ **Función de Información:** Por el etiquetado, asociada a la obligatoriedad legal de la exactitud de los datos reseñados.
- ✓ **Función de servicio:** En la medida en el que el empaque aporta otra utilidad.
- ✓ **Función de Seguridad:** Con respecto a la contaminación del producto.
- ✓ **Función de Conservación:** Protección de la calidad del producto empacado frente a los agentes externos de alteración físico-química y bioquímica del producto, asociada con la obligación del que el empaque sea inocuo e inerte frente a su contenido (Avendaño, 2009).

### **1.5.3. Clases de envases**

Existen varias clasificaciones de envases, según el uso o la función que realice, el material con el que se confeccione, etc.

Según el material:

- Flexible.
- Rígido.

Entre ellos mencionamos los envases flexibles multi laminados, de los cuales se incluyen los fabricados con poliéster, aluminio y un recubrimiento interno de nylon o polietileno constituyen barreras efectivas a la transferencia de masa y son termo sellables.

Los plásticos se encuentran los no encogibles (polietileno y polipropileno), los termo encogibles (basados en cloruro de vinilideno, vinilo, poliéster y polietileno orientado) y los extensibles, que luego del envasado se retractan a su forma original (cloruro de polivinilo y caucho). Tanto el polipropileno como el poliéster se suelen utilizar para empaquetar el producto en bolsas que luego resisten la ebullición en el proceso de preparación antes del consumo. El polietileno, si bien es el más utilizado, presenta una relativamente elevada permeabilidad al oxígeno y sustancias aromáticas, se envejece por el frío y no resiste temperaturas de ebullición. En todos los casos, la inocuidad de los empaques y laminados plastificados en contacto con los alimentos debe ser comprobada con los fabricantes (Barreiro y Sandoval, 2006).

### **1.5.4. Empaques compuestos**

En el sector de empaques cuando se habla de “compuestos” automáticamente lo asociamos a materiales formados por dos o más componentes que aportan alguna cualidad específica al producto que se va a empaquetar.

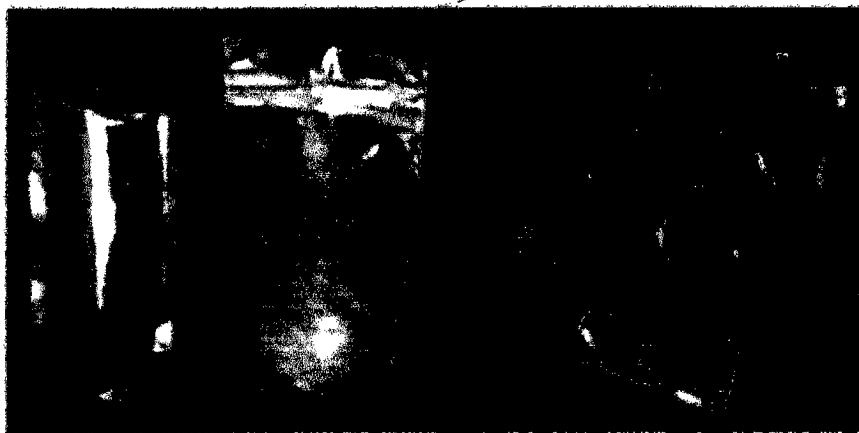


Estas estructuras, por lo general involucran combinaciones de los siguientes materiales.

- ✓ Papel
- ✓ Hoja de aluminio
- ✓ Materiales plásticos: polietileno, polipropileno, poliéster y poliamidas, entre otros.

El Centro Tecnológico del Empaque, Embalaje y Transporte (2003) menciona que realmente el término “compuesto” debería extenderse más, puesto que podemos incluir plásticos multicapa, e incluso empaques de cartón con diferentes recubrimientos.

La asociación de diversos materiales no representa. Simplemente una suma de sus componentes, sino que, por las cualidades de los mismos su mecanismos de acción constituye lo que se conoce como “asociación sinérgica”; esto es, que las acciones de cada uno de sus componentes no son simples sumandos, sino que se potencian entre sí, de forma que la capacidad de protección del conjunto es superior a la que cabría esperar de la integración aditiva de sus partes.



**Figura 3. Bolsas fabricadas a partir de materiales compuestos (combinación de plástico y metal).**

#### **1.5.4.1.Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno.**

##### **Datos básicos**

Material: Lámina de aluminio

Característica: Barrera

Aislamiento y manija: Sellado caliente

##### **Ideal para:**

- los productos alimenticios.
- las piezas pequeñas.
- instrumentación.
- los productos farmacéuticos y los suplementos.
- los gránulos y polvos

##### **Los beneficios incluyen:**

- elimina el uso de la mayoría de los envases de conservantes.
- una completa protección contra la humedad y una mayor vida útil del producto



**Figura 4. Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno**

#### **1.5.4.2. Polipropileno**

Uno de los materiales de mayor éxito y que más oportunidades ha presentado en los últimos años ha sido la película de polipropileno. Su excelente transparencia, brillo, alta barrera de vapor y baja densidad, hacen que sea uno de los materiales de gran utilización en empaques flexibles para la industria alimenticia, textilera y farmacéutica (Propilco S.A., 1994).

##### **1.5.4.2.1. Características y ventajas de la película de Polipropilenos.**

**Ópticas:** la transparencia es una propiedad muy importante; se disminuye por factores como: reflexión brillante, distorsión, absorción y dispersión de luz, esta última es causada por pequeñas discontinuidades ocasionadas por espacios vacíos, burbujas, moléculas grandes y cuerpos extraños. La distorsión de la luz se produce por irregularidades superficiales creadas por marcas de geles y son debidas a una falta de uniformidad durante la extrusión o enfriamiento.

**Propiedades de barrera:** Esta es una característica fundamental del polipropileno. Los productos empacados en esta película están protegidos contra el ingreso de vapor de agua, gases y grasas.

**Sellabilidad:** en la mayoría de las aplicaciones para empaques, las capas de la película se sellan mediante la aplicación de calor. Los empaques elaborados con polipropileno monorientado sellan fácilmente a una temperatura de 120°C – 130°C sin distorsionar el empaque. Sin embargo el polipropileno biorientado que ha sido orientado a temperaturas elevadas, guarda memoria de esta orientación y se distorsiona cuando regresa a una temperatura particular, por esta razón, la mayoría de las películas de polipropileno

orientado tiene una capa semante de un material, que tiene a una temperatura de orientación.

**impresión:** para utilizar las películas de polipropileno en operaciones subsecuentes de impresión o laminación con otros materiales, se debe polarizar su superficie mediante el tratamiento corona.

Este tratamiento se aplica a la capa externa de la película coextruida, mediante electrodos montados a 0.10"-0.13" arriba de los rodillos de tratamiento que conducen la película, se descargan voltajes de 1-20KV y frecuencias de 20-40 KHZ dependiendo del producto que se está fabricando.

**Propiedades mecánicas:** Muchas propiedades relacionadas con el comportamiento de la película en el empaque del mismo, están determinadas por: la resistencia al rompimiento, resistencia a la tracción, elongación, rigidez, resistencia, impacto y resistencia al rasgado (Propilco S.A., 1994).

#### **1.5.4.2.2. Polipropileno Biorientado**

Es un polipropileno con orientación longitudinal y axial, que da brillo transparencia y la barrera que requieren los alimentos o productos envasados con este material. En sus versiones de natural, perlado y metalizado, se laminan para requerimientos específicos, garantizando una mejor vida útil del producto en percha o estantería (Plásticos del litoral PlastlitS.A,2013).

#### **1.5.4.2.3. Polipropileno Cast o mono-orientado**

Toma su nombre ya que está orientado en una sola dirección, proporciona excelentes características mecánicas de resistencia al punzonamiento, textura brillante y facilita el proceso de sellado (Plásticos del litoral PlastlitS.A,2013).

## 1.6. Permeabilidad.

La principal característica que se considera en los empaques es la permeabilidad. La permeabilidad viene a ser la capacidad que tiene un material para permitir un flujo determinado de gas o vapor sin que la película se encuentre alterada internamente, todo este proceso se mide en un determinado tiempo. La permeabilidad es, por lo tanto, una propiedad intrínseca del material, que va en función de su estructura porosa, depende de su espesor, y que se cuantifica como la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de espesor, bajo una diferencia de presión unitaria en la unidad de tiempo (Alejandre, 2002).

### 1.6.1. Mecanismos de Permeación.

El proceso de permeabilidad involucra tres etapas como se observa en la figura 5: La molécula permeable se absorbe en la superficie del polímero a una presión parcial  $p_1$ . Para presiones por debajo de una atmósfera el valor de la concentración del permeante en la interfase del polímero sigue la ley de Henry.

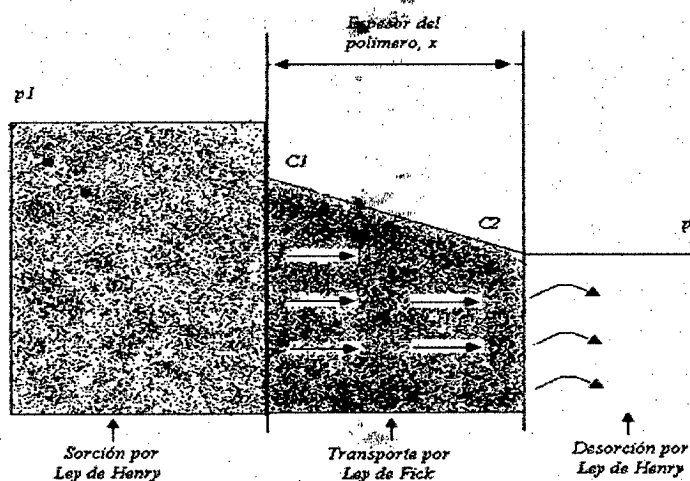


Figura 5. Mecanismos de permeación.

La molécula se difunde dentro de la película del polímero del lado de alta concentración al lado de más baja concentración, el cual sigue la ley de Fick.

Desorción del gas sobre la superficie opuesta, a una presión  $p_2$  (Kennetetal, 1997).

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas arriba se puede establecer a través de demostraciones matemáticas sencillas que las unidades para la permeabilidad son (Ocampo, 2003):

$$\frac{\text{masa} \times \text{longitud}}{\text{area} \times \text{tiempo} \times \text{presión}} \dots\dots (20)$$

### 1.6.2. Factores que afectan la permeabilidad.

Existen una gran cantidad de factores que afectan el fenómeno de permeabilidad. Se debe tener en cuenta que un material polimérico está formado por una red de cadenas macromoleculares y poros entre ellas. Estos poros pueden expandirse por acción térmica permitiendo el paso de la sustancia permeante a través del material, generando un gradiente difusional o una diferencia de presión. La difusión depende de la cantidad y del tamaño de los poros. Requiriéndose una energía de activación para que las moléculas atraviesen la membrana polimérica (Garcia, 2005).

**Naturaleza del polímero:** Estructura química, grado de cristalinidad, densidad, orientación molecular, dobles enlaces, reticulación, porcentaje de aditivos y plastificantes, simetría y polaridad.

**Naturaleza del gas permeante:** Naturaleza química, tamaño molecular, forma, polaridad, volatilidad, condensación y solubilidad.

**Temperatura:** La permeabilidad aumenta con la temperatura.

**Presión:** para los gases ideales, existe una proporcionalidad entre el coeficiente de transferencia (Calor/(Área x Temperatura) y la diferencia de presión ( $\Delta p$ ) entre las dos caras del polímero. Sin embargo, una vez alcanzado el equilibrio, la permeabilidad es independiente de la diferencia de presión.

**Espesor:** la velocidad de transferencia es inversamente proporcional al espesor de la película y es directamente proporcional al área de exposición (Pascat, 1986. Mencionado por García, 2005).

### **1.7. Antecedentes de estudios realizados sobre el chocolate.**

Amaro y Vega (1999) realizaron un estudio de preferencia de tres marcas de chocolate: Sublime de Donofrio, Winter de Maní y Jugete de Motta aplicando la metodología de comparación pareada.

El estudio se llevó a cabo en la UNALM, en la cual se seleccionaron aleatoriamente seis aulas. Para efectos de la aplicación del modelo propuesto las tres marcas de chocolate fueron agrupadas en pares. En cada aula se realizó la encuesta para un par de marcas de chocolate.

Se codificaron las tres diferentes marcas de chocolate, al chocolate Sublime de Donofrio se le asignó el número 1, al chocolate Jugete de Mota el número 2 y al chocolate Winter de Maní el número 3. Estos fueron desempaquetados, cortados en 4 partes iguales y forrados con papel dorado, para que el degustador no se vea influenciado por la marca. Luego los chocolates fueron llenados en tres bolsas diferentes cada una de las cuales estaba enumerada de acuerdo al código del chocolate.

En la estimación de las probabilidad de preferencia de cada marca de chocolate se obtuvo que el 62.75% de las personas prefieren el chocolate sublime, el 13.907% de las personas prefieren juguete de motta, el 23.34% de las personas prefieren Winter de maní. En el par presentado al entrevistado, la marca de chocolate presentada primero tiene ventaja (con respecto a la preferencia) sobre la marca presentada segunda. Es decir, de la primera a la segunda degustación hubo un efecto del chocolate degustado primero, provocando que, el chocolate degustado tenga ventaja sobre el segundo, lo cual se puede deber a que el segundo chocolate degustado fue influenciado por el primero degustado.

En el Quinto Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, también realizado en Santa fe de Bogotá (1999), se presentó un estudio sobre la variación del perfil ácido del grano durante las operaciones de fermentación y secado. Se

encontró que durante ellas se generan ácidos orgánicos volátiles y no volátiles que afectan la calidad organoléptica del cacao y la de los productos alimenticios elaborados con él. Éstos, junto con el contenido de materia grasa, afectan la calidad comercial del grano.

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2005), se elaboró licor de cacao obteniéndose un chocolate de taza amargo (el incremento de la temperatura en el tostado de 140°C a 160°C hizo incrementar el color marrón del chocolate de taza). En el estudio se evaluó sensorialmente por panelistas entrenados en el consumo de chocolate amargo, se evaluó la cantidad de espuma del producto inmediatamente después de servir en taza hasta transcurridos 10 minutos del mismo. Se determinó que a condiciones especiales de 18-20°C y 50-60% HR la vida útil es de 10 meses. Además se determinó que el aroma persiste hasta las 10 semanas, la espuma hasta las 11 semanas y el brillo hasta las 9 semanas.

Chica y Osorio (2003), en su tesis, determinaron la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado. La película de polipropileno biorientado brindó una buena protección al producto, gracias a su baja permeabilidad. Los resultados del seguimiento físico-químico durante los tres meses de almacenamiento en condiciones de abuso, demuestran que el chocolate de mesa sin azúcar es un producto altamente duradero.

Se determinaron los parámetros cinéticos (Orden de reacción, constante de velocidad de la reacción, constante de la ecuación de Arrhenius y energía de activación ( $n$ ,  $K$ ,  $K_0$  y  $E_a$  respectivamente)) y por medio del modelo de Arrhenius se halló el tiempo de vida útil del chocolate, que fue de 245 y 217 días almacenados en un ambiente de 20 y 25°C, respectivamente y con una humedad relativa del 80%.

En cuanto al estudio de vida de anaquel de otros alimentos, Ocampo (2003), en su tesis, determinó la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa DECAFE S.A. y evaluó el tipo de empaque en la conservación del producto. Utilizó tres tipos de empaque: papel laminado, cartón y vidrio. Sus resultados fueron que:

- El tiempo de vida de anaquel para el café soluble empacado en papel laminado se determinó a través de tres métodos; estadístico, físico-químico y mediante la



solución del balance de materia para el agua transportada desde el ambiente hasta el interior del empaque; obteniendo valores de 279, 271 y 315 días respectivamente a una condición de almacenamiento de 18 °C y 90 % de humedad relativa.

- El tiempo de vida de anaquel para el café soluble empacado en cartón se obtuvo por medio de dos métodos; estadístico y fisicoquímico; obteniendo valores de 466 y 456 días respectivamente a una condición de almacenamiento de 18 °C y 90 % de humedad relativa.

- El tiempo de vida de anaquel para el café soluble empacado en vidrio se estimó a través de un método estadístico encontrando un tiempo de 624 días a una condición de almacenamiento de 18°C y 90 % de humedad relativa.

En cuanto a la búsqueda de nuevos productos Viteri (2010) desarrolló un nuevo producto alimenticio, utilizando aceite de palma en la industrial DANEC S.A., en esta investigación se utilizó estearina de palma como sustituto de manteca de cacao, el producto se basó en la formulación de una emulsión, la cual implicó variaciones en las proporciones de agua y estearina de palma, así como también la selección de los emulsificantes y espesantes en concentraciones adecuadas hasta obtener una emulsión estable. Se realizó prueba de vida útil en condiciones aceleradas durante un mes, con un humedad relativa del 70% y temperatura de 40.15°C, arrojando un tiempo de vida útil de 6 meses con excelentes características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE MERCADO DEL CHOCOLATE DE TAZA EN LA CIUDAD DE PIURA.**

#### **2.1 LA DEMANDA**

La Cadena de Cacao tiene como motor fundamental al eslabón de producción, en el cual el grano de cacao es la materia principal para la producción de Chocolates y Confeitería, así como para la agroindustria en derivados como: Licor de Cacao, Manteca de Cacao, Torta de Cacao y Cacao en Polvo, los cuales son insumos para otras cadenas industriales como la cosmética, farmacéutica, bebidas, chocolates y postres.

La Dirección General de Competitividad Agraria, (2009) menciona que el consumo per cápita anual en Perú de chocolate es de 0.53 kilos por año, lo cual sigue siendo bajo respecto a países de la región como Chile donde se consumen 2.3 kilos por año, Brasil un kilo por año y México con 0.7 kilos por año. Esto significa que el sector tiene la oportunidad de seguir creciendo en consumo pues, además, el tema de estacionalidad de los chocolates, que se sitúa entre abril y diciembre, ahora se está rompiendo logrando niveles de ventas superiores a los previstos

En cuanto a los canales de venta, Francois Marchand (Gerente del grupo confitería Nestlé Perú S.A.) afirmó que “las bodegas concentran el 85 por ciento de las transacciones de compra, mientras que el porcentaje restante corresponde a supermercados y otros centros de venta” (Nestlé para Andina 14/08/2008 mencionado por La Dirección General de Competitividad Agraria, 2009).

Sabiendo que la concentración es mayor en bodegas se realizó una encuesta a los comerciantes del Mercado Central de Piura, principales abastecedores de las bodegas en esta ciudad. Para saber la demanda y las preferencia del consumidor. En el Cuadro 2 se muestra los resultados de las encuestas en porcentajes de tiendas al por mayor y menor de ventas de chocolate.

**Cuadro 2. Tipo de Negocio**

	Tipo de negocio	
	Tienda por menor	Tienda por mayor
%	47	53

Fuente: Elaboración Propia

Mencionan que Sol del Cusco y Cusco Real son las marcas que ofrecen en el mes de diciembre por ser mes donde se concentra la demanda de este producto. El cliente los solicita por ser marcas reconocidas y por su bajo costo.

Se les preguntó el promedio de ventas del año 2012, dando una cifra de 105504 unidades cuya presentación son tabletas de 100g.

#### **2.1.1 Perfil de los consumidores.**

Los chocolates, por encontrarse dentro del sector de golosinas, como bienes de consumo masivo están dirigidos a la población en general. Donde los principales consumidores son los niños y jóvenes adultos; así como del decisor de compra, el ama de casa (Dirección de promoción de competitividad, 2009).

La Dirección de promoción de competitividad (2009), determinó que los adolescentes de entre 13 y 17 años, con mayor concentración en el sexo femenino, constituye el segundo mayor consumidor de esta categoría con 35%, este es el segmento etario que más se proyecta a crecer, por lo que la tendencia apunta a que incluso superen el consumo del público adulto, que hoy bordea el 38%, aproximadamente.

El patrón de consumo estacional también viene variando durante los últimos años cuando el consumo el chocolate era marcadamente estacional, solo para navidad, que sigue siendo el periodo de mayor demanda; sin embargo ya se consume todo el año y de manera creciente cada año, ello se ha logrado a través de la fuerte inversión en campañas promocionales por parte de la industria nacional. Empresas como Nestlé Perú, han incrementado sus ventas en periodos de verano hasta en 20% debido a la mayor oferta de productos con valor agregado en el mercado local, así como por

ejecución de estrategias y promociones para captar nuevos clientes (Dirección de promoción de competitividad, 2009).

### **2.1.2 Tendencias de consumo de chocolates.**

El impulso al consumo interno de chocolates de mayor calidad y concentración de cacao pasa por la promoción de los derivados del cacao como aportantes a la salud humana, como es el caso de Europa, USA y Asia.

#### **2.1.2.1 El consumo de chocolates y percepciones.**

Es innegable que muchas personas se sienten mejor después de comer chocolate, y hay indicios de efectos positivos para la persona que lo toma especialmente en ciertos estados anímicos.

Algunos datos de interés sobre las tendencias mundiales de consumo de chocolate (dirección de promoción de competitividad, 2009):

- Al 2007 las ventas de chocolate gourmet alcanzan los \$1.21 billones, calculándose que en el 2008 bordearían los \$1.62 billones (Fuente: Packaged Facts).
- Incremento en demanda de chocolate oscuro: Salto de 40% en las ventas desde 2005 a 2006 (Fuente: Candy Industry).
- En Europa han lanzado más de 1.000 productos de chocolate premium desde 2002 en respuesta al cambio de los gustos (Fuente: GNDP).
- Pruebas clínicas demuestran el efecto saludable del chocolate sobre las propiedades elásticas de las arterias.
- Cuando la gente acepte los beneficios médicos probados y la mentalidad "muerte por chocolate" cambie, el consumo de chocolate oscuro se incrementará dramáticamente. Esto es muy importante en Gran Bretaña por la inquietud reciente de una pandemia de obesidad donde hay afición al

chocolate con leche, siendo los componentes adicionales al cacao los que afectan la salud.

- El consumo de chocolate oscuro por 15 días redujo diariamente la presión arterial en varones que sufrían de hipertensión (Fuente: Hypertension, August 2005).
- El chocolate orgánico y barras de dulces es un segmento de rápido crecimiento con un aumento de 49% de 2004 a 2005 (Fuente: OTA).
- Está aumentando la utilización de cacao en barras de chocolate usando solo cacao orgánico y Comercio Justo.
- Chocolate rústico: En vez de refinarlo, los artesanos procesan el cacao al mínimo. Esto es una contra-cultura a la convicción de mientras más prolongado el proceso mejor y si este es inadecuado se sacrifica la calidad.
- Chocolate con atractivo snob de mercado de masas y grandes chocolateros abriendo tiendas en áreas metropolitanas importantes.

En síntesis:

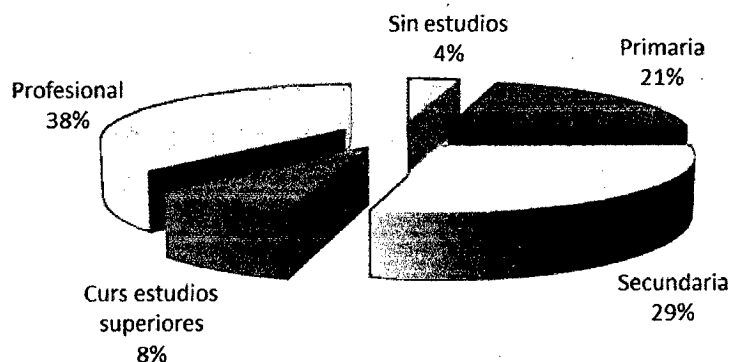
El chocolate y todos los productos alimenticios derivados del cacao en general, tienen un elevado potencial de ser considerados como alimentos contribuyentes a una dieta saludable. Además, chocolates que hacen referencia a un origen específico, o cualquier otra particularidad relacionada a grupos étnicos, culturales y espacios de biodiversidad, entre otras, pueden tener oportunidades de mercado evidentemente en nichos de consumo dispuestos a pagar por estas innovaciones.

La característica de producto saludable y aportante a la dieta también constituiría a una oportunidad desde el punto de vista a nivel comercial para otros productos tipo complemento alimenticio, o para la cocoa y/o chocolate de taza para consumo masivo, si se logra posicionar esa cualidad en los consumidores(dirección de promoción de competitividad, 2009).

### 2.1.2.2 El consumo de chocolate de taza y percepciones en la ciudad de Piura

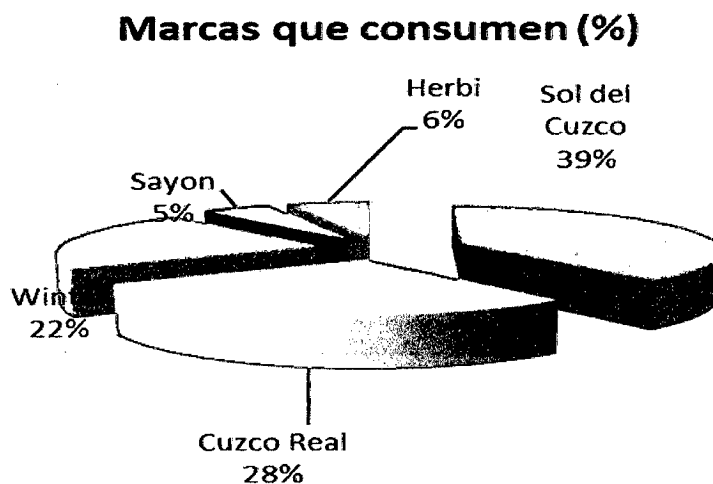
Como se menciona las mujeres tienen el poder de decisión y adquisitivo en la canasta familiar (estudio de Mercado de Chocolates en el Perú realizado por la Dirección de promoción de competitividad, 2009.) para saber los gustos, preferencias y su característica determinante para la adquisición de sus productos. Para el presente estudio del chocolate de taza se realizaron encuestas a una población de 385 mujeres cuyas edades comprenden entre 20-55 años en la ciudad, obteniéndose la siguiente información:

#### Nivel académico de población encuestada



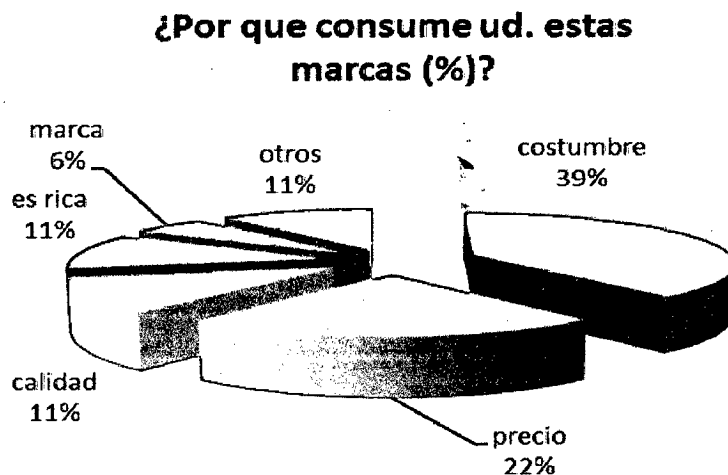
**Figura 6. Nivel Académico de Población Encuestada**

Donde el 25% de la población encuestada no consume chocolate de taza. Del 75% que si consume menciona que solo lo hace en fechas especiales.



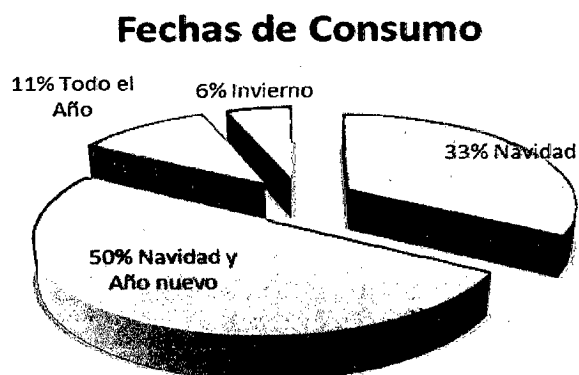
**Figura 7. ¿Marcas de chocolate que se consumen?**

Del 75% que si consume sol del cusco y cusco real son las marcas más preferidas con el 39% y 28% respectivamente como se muestra en la figura 7.



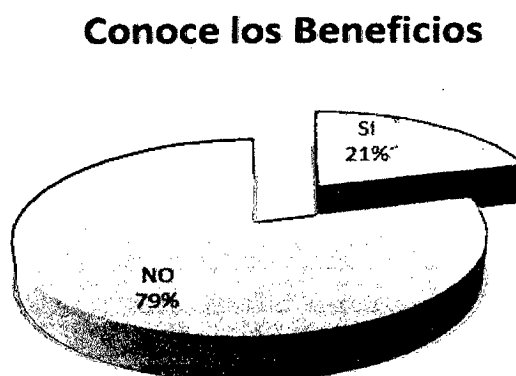
**Figura 8. ¿Factores que determinan la aceptación de la marca?**

De las características mencionadas por que consume determinada marca el 39% menciona que era por costumbre y el 22% por el precio como se muestra en la figura 7. Así también el 67% lo adquiere en lugares como bodegas. Y el 33% en los supermercados.



**Figura 9. ¿En qué fechas ud. consume chocolate de taza?**

El 50% solo lo consume para navidad y año nuevo. Siendo diciembre el mes de mayor demanda de chocolate de taza y solo el 11% lo consume todo el año.



**Figura 10. ¿Conoce usted los beneficios del consumo de chocolate de taza?**

De la población que manifestó que consumía chocolate de taza solo el 21% conocía los beneficios para su salud.



### Disponibilidad para probar una nueva marca



**Figura 11. Si a usted se le diera a conocer los beneficios a su salud lo incluiría en su dieta diaria**

A toda la población encuestada se le preguntó si está dispuesto a probar una nueva marca y cuál sería la característica determinante. el 87% respondió que sí y la característica para su decisión de compra sería la marca y presentación representado por un 32 % y 27% respectivamente. Ver cuadro 3

**Cuadro 3. Característica que tendría en cuenta.**

Tendría en cuenta	
<b>Marca</b>	32
<b>Presentación</b>	27
<b>Valor nutritivo</b>	9
<b>Precio</b>	14
<b>Sabor</b>	5
<b>Otros</b>	14

Fuente: Elaboración propia.

En resumen el 75% consume chocolate de taza. Las marcas preferidas son sol del cusco y cusco real siendo la demanda solo en diciembre por tradición. Ya que la población desconocen las beneficios que el chocolate aporta a nuestra salud

El 75% contesto que si incluiría en su dieta el chocolate de taza si se dieran a conocer los beneficios. La característica determinante para la adquisición del producto sería la marca y presentación.

## **2.2 OFERTA DE CHOCOLATE.**

En el “Estudio del Mercado Interno para determinación y caracterización del Consumo actual y potencial de Derivados Industriales del Cacao” (2009), La estructura de la oferta de derivados y productos finales de la cadena de cacao está determinada en gran medida por la disponibilidad y nivel de precios del grano de cacao como materia prima. La oferta en esos dos niveles o etapas, la oferta de grano de cacao, ya que sus diferentes calidades pueden determinar la especialidad de los productos finales, y la oferta de los productos derivados de su procesamiento.

### **2.2.1 Oferta de grano de cacao**

#### **2.2.1.1 El Material genético:**

Las variedades que existen en el Perú están consideradas por la Organización Mundial del Cacao como las de un país que produce Cacao Fino. Nuestro país tiene cacao fino porque *en Perú tenemos variedades híbridas que provienen de una mezcla de cacao forestero (baja calidad), con cacao trinitario (calidad), pero hace 18 años ingresó cacao CCN-51, que es un cacao híbrido desarrollado en Ecuador, considerados por los agricultores como el más productivo, pero su calidad es baja (bajo porcentaje de grasa), características, lo que los hace no deseables en comparación a las de un cacao fino, sin embargo, tiene también un mercado asegurado para otros fines.*

Un cacao fino puede tener sabor floral, a nueces y también a frutas secas, bajo amargor o hasta medio y *(tiene baja acidez y baja astringencia, ya hablando del chocolate)*, en el licor si se nota el sabor a nueces o floral; los chocolateros gourmet diferencian y buscan trasladar estos sabores y aromas a sus mezclas, razón por la que cacaos como el chuncho de Cuzco o el de Piura y Tumbes con algún contenido de grano blanco, son utilizados hoy en día para chocolates finos en diversos países de Europa.

### 2.2.1.2 Calidad de Cacao en el Perú

En el mercado de los cacaos de calidad las mismas empresas nacionales compran cacao con alto % de fermentación con 80, 85% de fermentación, 8% de humedad (ver cuadro 4) y pagando precios diferenciados, sin embargo, como se ha visto, estas líneas de producción son limitadas por la demanda. A modo general, se pueden diferenciar dos tipos de insumo y las variedades según las zonas en el Perú (ver cuadro 5):

1. Cacao Base.- Llamado también cacao corriente tiene como característica elevada acidez, elevado contenido graso, sabor amargo astringente.
2. Cacao Fino.- Tiene como característica escasa acidez, aromático, sabor suave, bajo contenido graso.

En el Norte del Perú se produce un cacao con poco aroma, sabor ácido y poco contenido de grasas.

En el Centro se produce cacao con aroma, sabor suave, escasa acidez.

En el Sur se produce cacao con sabor suave, buen aroma, elevado contenido graso, pero bajo rendimiento industrial. En el cuadro N° 4 se muestra el estudio del Mercado Interno para determinación y caracterización del Consumo actual y potencial de Derivados Industriales del Cacao; así mismo en el cuadro N° 5, se muestra, las variedades de cacao en el Perú según zona.

**Cuadro4. Características de calidad del cacao peruano según zona**

	IMPUREZA	HUMEDAD	CASCARILLA	RENDIMIENTO
Cacao norte	2%	10%	11%	77%
Cacao centro	1%	09%	10%	80%
Cacao Sur	2%	10%	17%	71%

(Fuente MINAG (2009))

**Cuadro 5. Las variedades de cacao en el Perú según zonas:**

Distribución por Variedad de Cacao			
Grupo Genético	%	Variedad	%
<b>Trinitario</b>	53.3	Huallaga Central	21.5
		Rio Apurímac	15.4
		Alto Marañón	8.4
		La Convención	7.0
<b>Forastero</b>	37.3	La convención.	28.0
<b>Amazónico</b>		Huallaga Central	9.3
<b>Criollo</b>	9.4	Zona norte	9.4
<b>Fuente: Acorde</b>		Elaboración: MAXIMIXE	

### 2.2.1.3 La Producción de Cacao en el Perú

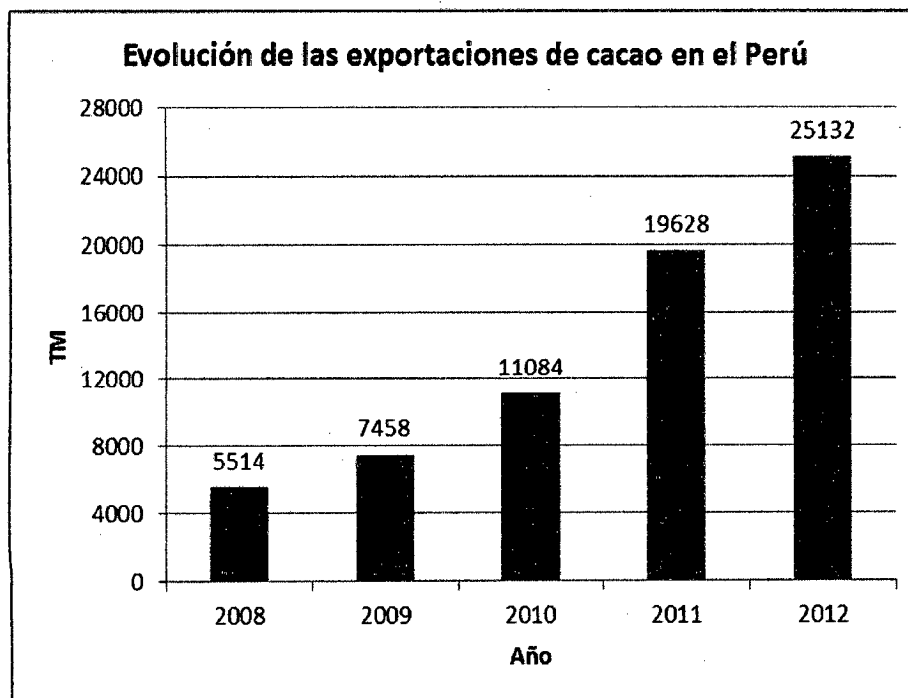
Desde 1990 la producción nacional de cacao muestra una tendencia creciente pero con constantes fluctuaciones, asociado a cambios en los rendimientos producto de la presencia de enfermedades, principalmente la moniliasis del cacao que afecta al 40% de las plantaciones. Sin embargo, ya en la década del 2000 se inicia un repunte de la producción nacional, gracias al trabajo consorciado del sector público a través del MINAG, agencias de desarrollo y ONG's como el Programa de Desarrollo Alternativo PDA-USAID, CICDA, PDRS-GTZ, entre muchos otros Proyectos específicos que han desarrollado labores de asistencia técnica y mejoramiento de las capacidades organizacionales y comerciales de las cooperativas y asociaciones cacaoteras. A ello se suma el impulso propio de los productores organizados desde la conformación de la Asociación Peruana de Productores de Cacao (appcacao,20), que ha canalizado una serie de apoyos y labores de promoción y consolidación sumamente relevantes hacia sus asociados.

Las principales zonas productoras de cacao son: el Valle de Urubamba en La Convención y Lares, Quillabamba (Cusco); Valle del Río Apurímac-Ene (Ayacucho); Tingo María (Huánuco); Satipo (Junín); Jaén, Bambamarca y San Ignacio (Cajamarca); Bagua y Alto Marañón (Amazonas).

El Perú tiene la oportunidad de ofrecer productos diferenciados y se tiene el potencial de ofrecer cacao de tipo aromático de alta calidad, cultivado bajo lineamientos de responsabilidad social, ambiental y laboral para chocolates que exploten estas cualidades en sus estrategias de marketing. En el En el cuadro N° 6 se muestra la evolución de las exportaciones de cacao en granos en el Perú.

**Cuadro 6. Evolución de las exportaciones de cacao en grano en el Perú (Fuente Aduanas, elaboración propia).**

<b>AÑO</b>	<b>Fob (US\$)</b>	<b>TM</b>	<b>PREC. PROM (US\$/TM)</b>
2008	17835552.8	5514	3.23
2009	19901182.9	7458	2.67
2010	34663752.1	11084	3.13
2011	62440738.9	19628	3.18
2012	64720189.7	25132	2.58



**Figura 12. Evolución de las exportaciones de cacao en grano (Fuente Aduanas: Informes de Declaración de Exportación Definitiva, elaboración propia).**

En el cuadro 6 y la figura 12 se muestra la evolución de exportaciones de cacao en grano en el Perú. Se puede apreciar en el grafico como se ha quintuplicado las exportaciones de granos de cacao del 2008 al 2012, pero lamentablemente el precio por kg del mismo ha caído en alrededor del 20% esto se relaciona estrechamente al aumento de producción mundial.

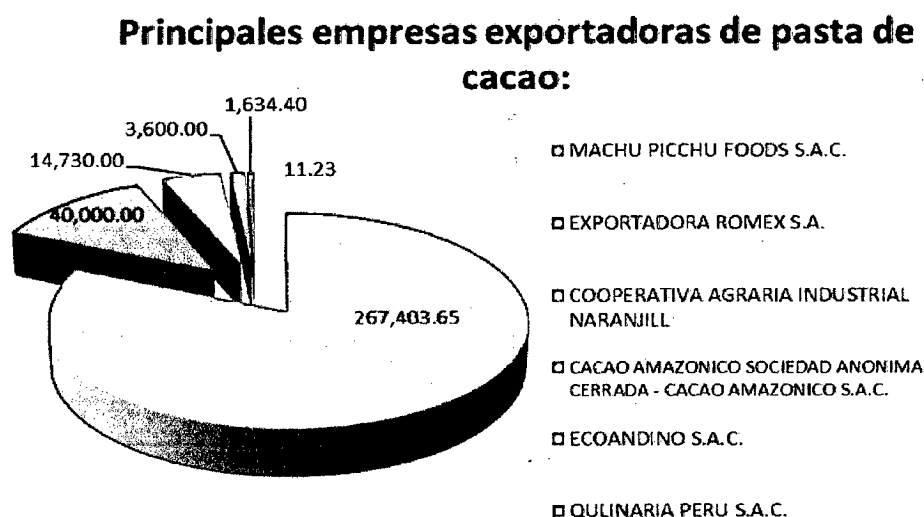
## 2.2.2 La Oferta industrial

### Principales empresas

A fin de satisfacer la demanda actual del mercado.

Nestlé Perú incremento en 30% su nivel de producción de la línea de chocolates.

El gerente de la división de golosinas de la transnacional, Francois Marchand, anunció que solo en el primer semestre 2008 su empresa invirtió US\$ 4 millones para el lanzamiento de siete nuevos productos

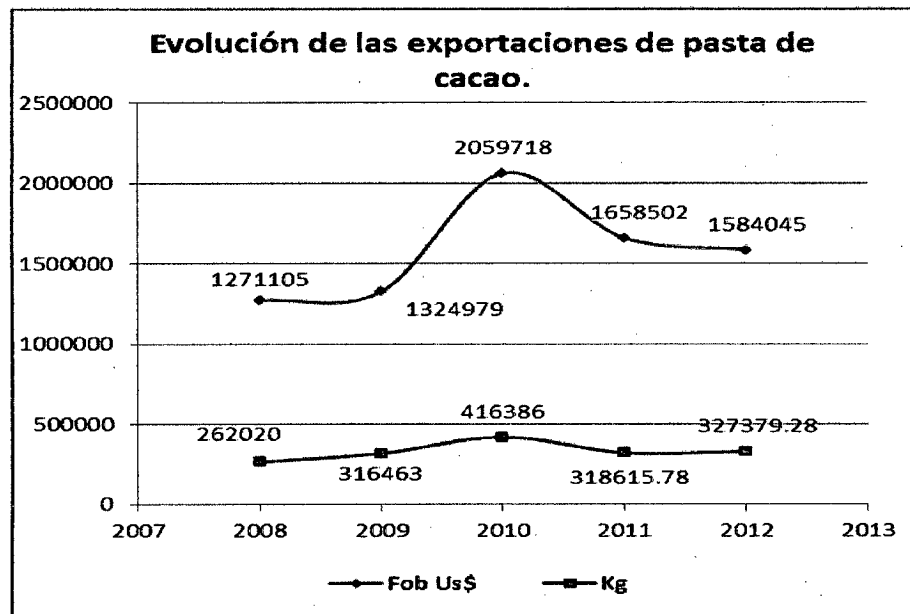


**Figura 13. Kilogramos exportados de pasta de cacao en el 2012 (Fuente ADUANAS: Informes de Declaración de Exportación Definitiva, elaboración propia).**

Figura 13. Muestra las principales empresas exportadoras de pasta de cacao siendo la principal empresa exportadora de pasta de cacao Machu Picchu

Foods S.A.C. que alberga el 81.05% del total de pasta de cacao exportado, la segunda empresa es Exportadora Romex S.A. con el 10.92% de lo exportado.

Las exportaciones de pasta de cacao ha tenido su pico en el año 2010 de 416386 kg (ADUANAS), para el 2012 las exportaciones de pasta de cacao ascendieron a 327379 kg como nos muestra la Figura14.



**Figura 14. Evolución de las exportaciones de pasta de cacao (Fuente ADUANAS: Informes de Declaración de Exportación Definitiva, elaboración propia).**

### Importaciones

En línea con el crecimiento de la oferta local, las importaciones de chocolates y confites han experimentado un crecimiento importante: solo en el 2007, crecieron 11.4%, ingresando por un valor de US\$ 5.6 millones. La canasta importadora estuvo compuesta principalmente por bombones y confites de chocolate (52.2% del total importado), barras o tabletas de chocolates con relleno (25.9%) y barras o tabletas de chocolates sin relleno (22.1%).

En 2007, 23 países abastecieron el mercado peruano con chocolates importados; 6 de cada 10 chocolates provinieron de Argentina, Chile y EE.UU. Los productos

provenientes de Suiza, Italia y Francia son orientados al sector premium, toda vez que reportan precios promedio de importación superiores al promedio.

El número de importadores ha disminuido paulatinamente por efecto de la mayor competencia tanto entre importadores como por la expansión notoria de la producción local.

La presencia de marcas de empresas multinacionales se ha acentuado. Importadoras como Arcor Perú, Molitalia y Master Foods Perú concentran alrededor del 60% del total de la oferta importada, con una marcada proliferación de marcas y renovación de formatos constante.

### **2.2.3 La formación del precio y el balance mercado interno/externo**

El cacao es un commodity que se comercializa en grandes volúmenes a nivel mundial. Junto con productos como el arroz, el trigo, la soya y el café, se tranzan en las bolsas más importantes de todo el mundo a precios que se definen por la interacción entre la oferta mundial, dominada básicamente por países africanos y la demanda, llevada principalmente por los países desarrollados, principalmente en Europa y EEUU. Como la mayoría de commodities, los precios son volátiles, y cambian diariamente de acuerdo con las expectativas de producción, las cuales se traducen en abundancia o escasez futura y que varían de acuerdo con factores como los incidentes climáticos que pueden acontecer en las principales zonas productoras así como inestabilidades políticas o sociales que puedan surgir en los países productores. Los ocho principales productores/exportadores de cacao a nivel mundial son: Costa de Marfil (más del 40%), Ghana (aprox. 15%); Indonesia (14%); Nigeria (5%); Brasil (4%); Camerún (4%); Ecuador (3%); Malasia (2%). Los demás países producen el 9%. El cacao producido en Ghana ha sido reconocido por largo tiempo como el estándar para la calidad básica de cacao. El total de producción total en los años recientes ha bordeado los 3 millones de TM. Los principales importadores de granos de cacao son Países Bajos (20 %), Estados Unidos (19 %), Alemania (11 %), Reino Unido (8 %) y Francia (6 %). Los principales importadores de manteca-aceite de cacao son Alemania, Estados



Unidos, Bélgica, Reino Unido y Holanda, que concentran el 53% del valor global de dichas importaciones.

El sector del cacao se caracteriza por un alto grado de concentración. Siete países ofertan 85 % de la producción de cacao, cinco empresas controlan 80 % del negocio de cacao, cinco empresas procesan 70 % del cacao y seis multinacionales cacaoteras controlan 80 % del mercado mundial: Hershey, Mars, Philip Morris, Nestlé, Cadbury-Schweppes y Ferrero. Los balances de oferta demanda se establecen en función de las moliendas o procesamiento global (demanda) y los niveles de producción de los principales exportadores. Actualmente, y ya desde los últimos ocho años tanto Ghana como Costa de Marfil redujeron su oferta exportable, lo mismo que Indonesia, Nigeria, Camerún y Brasil. En los países africanos es una combinación de factores políticos como guerras civiles y climáticos/sanitarios (virosis), este último factor si ha sido común a otros continentes, lo que ha dejado como saldo plantaciones abandonadas en muchos de estos países productores. Todo ello ha redundado en niveles de precios por encima de los históricos, con lo que el insumo principal de la cadena se ha encarecido considerablemente.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

Para el desarrollo del siguiente trabajo se utilizaron 74 muestras de chocolate de taza de 50 gr cada uno, lo que equivale a 3.7 Kg elaboradas por la Asociación de Mujeres Emprendedoras (ASDEME) de Buenos Aires-Morropón (Anexo 1).

La parte experimental, los análisis microbiológicos, sensoriales y fisicoquímicos se realizaron en los Laboratorios de Ingeniería Pesquera, Ingeniería Agroindustrial. La medición de la actividad del agua y la construcción de las isothermas de adsorción se llevaron a cabo en el laboratorio de nutrición en la Facultad de Zootecnia.

#### **3.2 Materia prima**

- Chocolate de taza: proporcionado por ASDEME

#### **3.3 Materiales, equipos y reactivos.**

##### **➤ Materiales**

- Empaque: Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno y Polipropileno Cast o mono orientado.
- Tamaño de la muestra: unidades de 50 g.
- Número de muestras: 74.
- Pipetas 10, 5, 1 ml.
- Probetas 500 ml.
- Campanas de vidrio.
- Placas Petri.
- Placas Comwei.
- Otros: cucharas, envases de vidrio, papel, etc.

➤ **Equipos**

**Cuadro 7. Especificaciones Técnicas de los Equipos**

<b>EQUIPOS</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>
Estufas Incubadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura : 220°C</li> <li>- Horas: 0- 24 hrs</li> <li>- Voltaje: 230 V,</li> <li>- Intensidad de Corriente Eléctrica: 4.8 A</li> <li>- Frecuencia: 50 Hz</li> <li>- Potencia 1100W.</li> </ul>
Refrigeradora	Marca Cetron <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo RCC0719</li> <li>- Ancho 58 cm, Profundidad 48 cm, Altura total 116 cm</li> </ul>
Balanza analítica de precisión	Marca Sartorius <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad max=120gr</li> <li>- Sensibilidad=0.1 mg</li> </ul>
pH-metro con Electrodo Redox	Marca: METTLER TOLEDO <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rango: 0-1</li> <li>- Resolución: 0.01</li> <li>- Exactitud: ±0.01.</li> </ul>
Equipo de titulación	Bureta de 50 ml, Soporte Universal
Equipo de soxhlet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltaje Nominal: 110V-230V AC</li> <li>- Frecuencia: 50/60 Hz</li> <li>- Potencia: 1800W</li> </ul>
Autoclave	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control automático de temperatura</li> <li>- Manómetro de presión: 17 y 21 psi para esterilización.</li> <li>- Potencia: 1050 watts de consumo</li> <li>- Dimensiones:                Altura total: 42.5 cm, Altura de la base: 31.2 cm,                Diámetro interno: 32 cm, Circunferencia: 103.5 cm,                Peso: 26 lbs/11.8 kilogramos</li> <li>- Recipiente interno:                Profundidad: 21.6 cm, Diámetro interno: 28.3 cm                Circunferencia: 91.1 cm, Potencia: 1050 watts                Capacidad: 13.7 litros</li> </ul>

Centrifuga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotor de 24 tubos de 2 a 10 mL</li> <li>- Acomoda hasta 16 tubos de 15 mL</li> <li>- Velocidad variable de 1000 a 3400 RPM</li> <li>- Silenciosa (50 decibeles)</li> <li>- Temporizador digital de 60 minutos</li> </ul>
Mufla	Modelo FB1410M <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltaje: 220-240V</li> <li>- Potencia: 1500 W</li> <li>- Frecuencia: 50/60 Hz</li> </ul>
Termómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rango: -20 + 110 °C</li> <li>- Subdivisión: 1</li> <li>- Columna: mercurio</li> <li>- Largo total: 302 mm</li> </ul>
Hidrómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rango de Temperatura -50 °C- +70°C.</li> <li>- Rango de Humedad 20% - 99%RH</li> <li>- Medidas 100x100x15mm</li> <li>- Memoria de valores max y min</li> <li>- Unidades de °C o °F</li> </ul>

(Fuente Manuales, elaboración propia).

#### ➤ Reactivos

- Agua destilada.
- Hexano
- Soluciones salinas saturadas.
- Éter de petróleo.

### 3.4 Métodos de análisis

La determinación de la vida útil del chocolate de taza se obtuvo exponiendo las muestras a diferentes condiciones ambientales (atmosferas modificadas Anexo 2) como son:

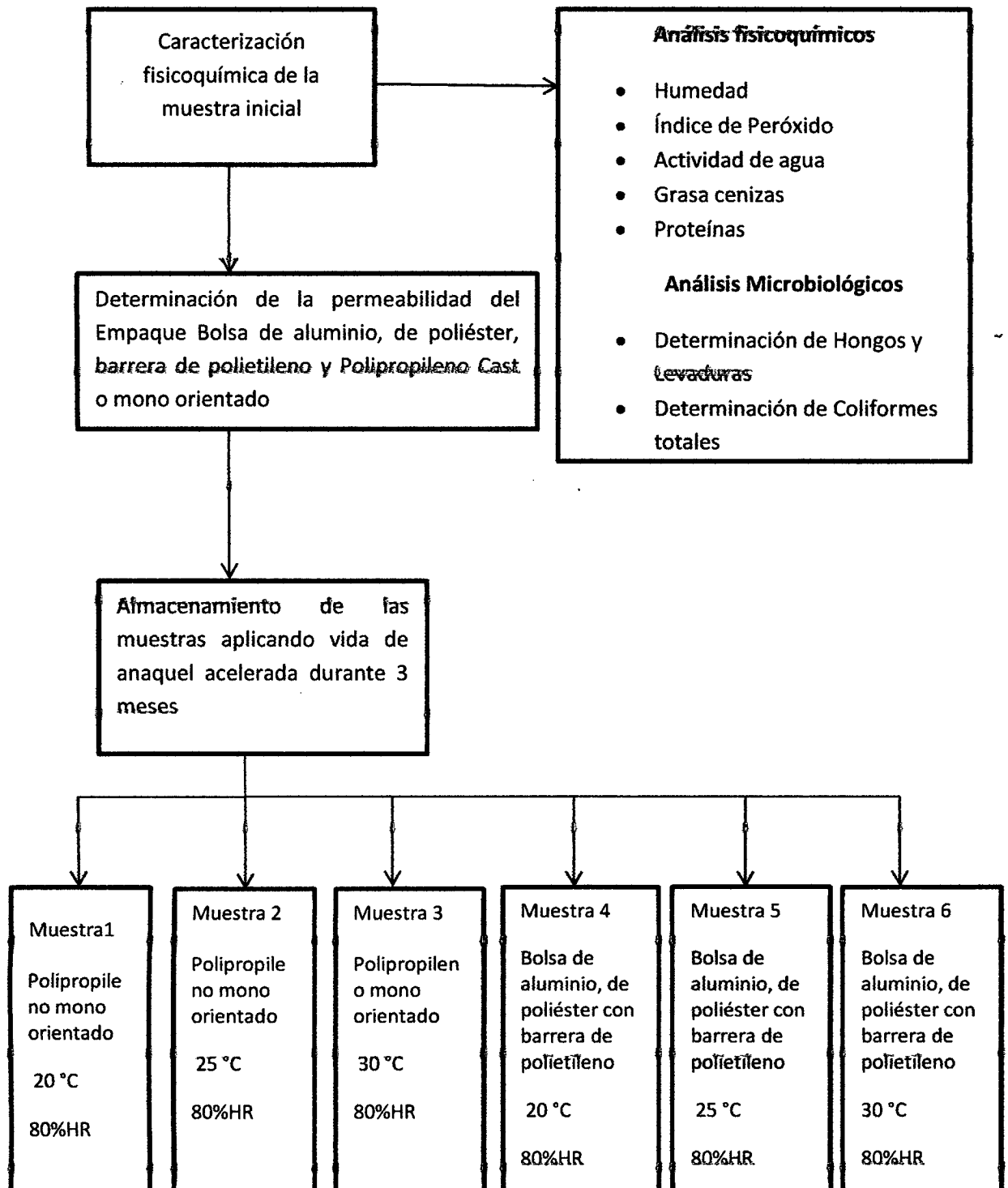
**Atmosfera Modificada 01:** 20°C, 80 % humedad relativa, 6 muestras con empaque Bolsa de aluminio, de poliéster y barrera de polietileno y 6 muestras con empaque Polipropileno Cast o mono orientado.

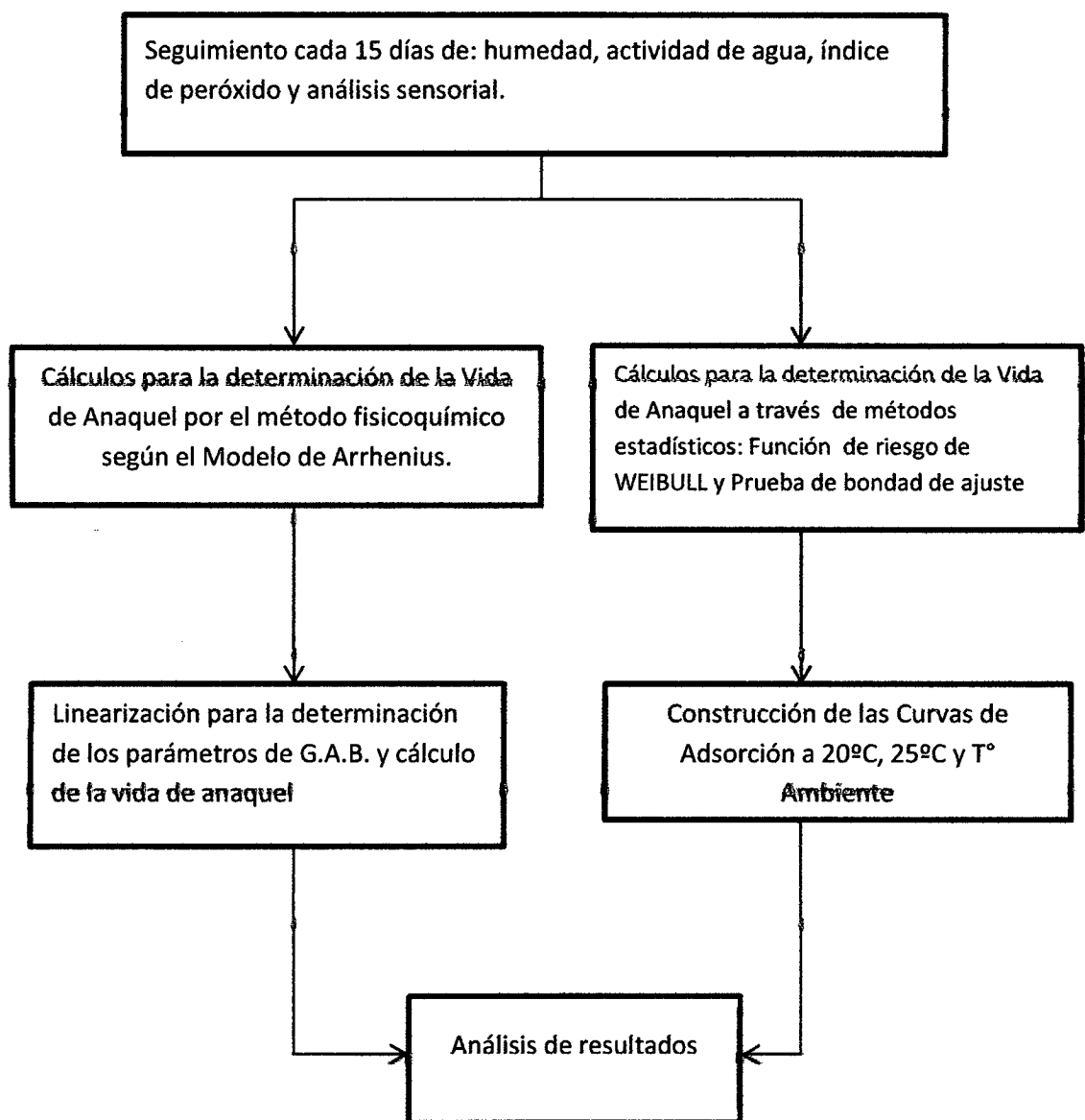
**Atmosfera Modificada 02:** 25°C, 80 % humedad relativa, 6 muestras con empaque Bolsa de aluminio, de poliéster y barrera de polietileno y 6 muestras con empaque Polipropileno Cast o mono orientado.

**Atmosfera Modificada 03:** 30°C, 80 % humedad relativa, 6 muestras con empaque Bolsa de aluminio, de poliéster y barrera de polietileno y 6 muestras con empaque Polipropileno Cast o mono orientado.

Considerando que bajo las combinaciones (temperatura, tiempo y empaque) el producto mantiene aceptables sus componentes químicos y organolépticos, para ello se realizarán análisis cada 15 días hasta los 90 días (Figura 15).

**Figura 15: Diagrama de flujo del estudio de vida de anaquel**





**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.4.1 Análisis Físicos.

- Determinación de la Humedad: Método gravimétrico (NTP 209.264:2013). Establece el método de ensayo para la determinación de humedad.

Pesar muestras de 5 g en capsula de Petri previamente tarada. Colocarlas en una estufa a 98-100°C por un tiempo de 1 hora, Transcurrido el tiempo

indicado retire la cápsula de la estufa, deje enfriar y pese de nuevo. Realice pesadas sucesivas hasta que el peso sea constante en tres ocasiones.

- Determinación de la Permeabilidad del Empaque Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno y Polipropileno Cast o mono orientado (ASTM, 1996).

El método fue similar en lo máximo posible al método desecante (ASTM, 1996), donde se elaboran 4 sobres con el mismo material dentro de los cuales se depositó una cantidad conocida de  $MgCl_2$ , estos sobres fueron introducidos en dos recipientes de vidrio (dos sobres en cada vaso), cada uno con fondo falso en cuyo interior se depositó una solución saturada de NaCl la cual genera una humedad relativa de 75 %. Finalmente estos recipientes fueron llevados a dos cámaras con control de temperatura, La ganancia de agua se determinó gravimetricamente, pesando los sobres en una balanza analítica, El anexo 3 muestra el montaje utilizado en esta prueba.

- Actividad de agua: Método de Interpolación Gráfica según Landrock y Proctor (1951); mencionado por Multon, 1997.

Se utilizan placas Conway de material de vidrio, consisten en una base de forma circular con dos cámaras concéntricas separadas por un tabique y una tapa de forma octogonal. Base y tapa cierran herméticamente colocando vaselina en sus bordes. Se coloca 1 g de muestra en un recipiente preparado con papel aluminio, instalado en la cámara central de las placas Conway. En la cámara exterior de una de las placas se coloca de 3 a 4 ml de solución saturada de  $A_w$  menor a la  $A_w$  del producto. Inmediatamente después de sellar las placas herméticamente, estas se incuban a 25°C por 12 horas. Transcurrido el tiempo, donde se hace una diferencias de peso ganado (anexo4).

- Determinación de las isotermas de sorción, Según Labuza y Contreas (1981).



Se determina conociendo la humedad inicial %H<sub>2</sub>O y la cantidad de agua perdida o ganada durante los 7 días que será la humedad de equilibrio, esta humedad se determina pesando 2 gr de muestra en láminas portamuestra y se colocan en diferentes ambientes de humedad relativa (frascos de vidrio modificados) que se consiguen con soluciones salinas saturadas. Los frascos de vidrio modificados se colocan en cámaras reguladoras a temperatura constante por espacio de 7 días. Luego de este tiempo se sacaran y pesaran las muestras determinando la humedad en equilibrio que le corresponderá a cada humada a temperatura constante. Procediendo a la obtención de las isothermas de sorción (anexo 5).

- Determinación de los parámetros cinéticos: orden de reacción (n), constante de velocidad de reacción (k) y energía de activación (Ea) según metodología de Nuñez y Chumbiray (1991).

### **3.4.2 Análisis químicos.**

- Determinación de cenizas: según Herrera et. al (2003).

Pesar en balanza analítica, muestras triplicadas de 2,5g de la muestra de chocolate previamente pulverizada o morterizada en crisoles. Calentar los crisoles con el mechero hasta que su contenido comience a arder. Cuando la combustión de la muestra haya concluido, trasladar los crisoles a una mufla a una temperatura de 550- 600 °C, hasta peso constante. El residuo obtenido corresponde a las cenizas o materia mineral en la muestra

- Determinación de Grasas: se extraerá la grasa con hexano a una muestra libre de humedad, en un extractor tipo Soxhlet (NTP 209.263:2013).

Pesar 3 gr de muestra en un vaso precipitado y disolver con 40 ml de hexano. Agregar esta solución en tubos de ensayo y llevar a centrifuga durante 15 minutos una vez decantado el chocolate vertir solo la parte clara (hexano+ Aceite) en un balón soflex. Llevar al equipo de soxhlety una vez

recuperado el hexano se lleva la muestra a la estufa para eliminar residuos de hexano. (Ver anexo 6)

- **Determinación del índice de peróxidos:** Por titulación potenciométrica con solución de Tiosulfato 0.01N (AOAC Official Method of Analysis of Official Analytical Chemists. Mencionado por Herrera et. al (2003).

Una vez obtenido el aceite de la muestra se agrega 15 ml de cloroformo. Se lleva esta solución a refrigeración por un espacio de 15 minutos (agitar). Adicionar 10 ml de ácido acético glacial (agitar) más 1 ml de yoduro de potasio. Llevar a refrigeración por 15 minutos posteriormente agregar 15 ml de agua destilada (agitar) y 1 ml de almidón (crean 2 fases). Finalmente titular con Tiosulfato 0.01 N (violeta a crema).

- **Determinación de la Curva de Adsorción para el Chocolate de taza:** Por el método Gravimétrico a 20°C, 25°C y temperatura ambiente.
- **Determinación de proteínas:** método Kjeldahl utilizando el factor Nx 6.25 para llevar el nitrógeno a proteína total (AOAC, 1995). (Ver anexo 7)

### **3.4.3 Análisis Microbiológicos**

- **Determinación de Hongos y Levaduras** (ICMSF, 2011).
- **Determinación de coliformes totales por la técnica del número más probable (NMP)** (ICMSF, 2011).

### **3.4.4 Análisis Sensoriales**

La calidad sensorial del chocolate de taza óptimo, se pretende realizar mediante pruebas sensoriales afectivas con escala hedónica de 5 puntos, con un panel de 5 jueces semientrenados, quienes evaluarán el grado de satisfacción en el aspecto general del producto. Además evaluarán parámetros de sabor, color y aroma. En conclusión se determinará el efecto de esta variable sobre el grado de satisfacción producido.

Las fichas de evaluación sensorial que se utilizarán en esta evaluación se muestran en los anexos 8 y 9, las cuales serán usadas cada 15 días hasta completar los 90 días de conservación (Anzaldúa, 1994, Citado por Hernández, 2005).

Los resultados obtenidos en las pruebas organolépticas se evaluarán mediante un análisis de la función de riesgo de Weibull.

### 3.4.5 Análisis del mercado.

El número de encuestas dirigidas a los consumidores se determinó tomando una población infinita. Aplicando solo 384 encuestas (Anexo 10) en la ciudad de Piura. Así también las encuestas dirigidas a los comerciantes se determinó tomando una población de 538 Según el padrón de comerciantes de la Municipalidad de Piura 2012. Aplicando solo 224 encuestas (Anexo11). La ecuación 21 se utilizó para determinar el número de encuestas

En ambos casos el nivel de confianza es del 95% ( $Z=1.96$ ), probabilidad de que el hecho sea factible de 0.5 y con un error permitido del 5%.

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N - 1) + (z^2 \cdot p \cdot q)} \dots\dots\dots (21)$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la Muestra

$p$  = Probabilidad de un hecho sea factible

$q$  = Probabilidad de un hecho no sea factible

$E$  = Factor de error permitido

$z$  = Probabilidad de un hecho factible con un intervalo de confianza  $\alpha$  (por ejemplo 95%)

$N$  = Tamaño de la población

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS

En el siguiente cuadro (8) se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados a una muestra inicial antes del almacenamiento de las demás en las atmosferas modificas. Tener en cuenta que todas las muestras tienen la misma composición lo que varía es el tiempo en que se analizaron.

**Cuadro 8. Datos Fisicoquímicos. (gr/100gr muestra)**

Chocolate de taza muestra inicial		
Análisis Fisicoquímicos	Chocolate de taza ASDEME	Pasta de cacao (Industria)
Humedad	0.36	0.8
Proteínas	14.24	14
Grasa	52.23	58.9
cenizas	3.69	2.9
Acidez	6.51	5.5
Carbohidratos	29.48	23.4

Para poder afirmar que nuestras muestras son 100% cacao sin aditivos y poder decir que es chocolate de taza como lo menciona la Norma Técnica Peruana de chocolate. Se hizo un cuadro comparativo (8) entre los resultados obtenidos de nuestra muestra con los de la pasta de cacao (Revista Peruana de Cardiología). Y se observa que no difieren significativamente así que se reafirma que se trabajara con muestras 100% cacao sin aditivos.

Los resultados de variables fisicoquímicas en estudio como son porcentaje de humedad e índice de peróxidos para determinar la vida útil se muestran en los anexos 12 y 13. Estos resultados permiten construir las figuras 16, 17, 18 y 19, las cuales muestran el comportamiento a través del tiempo para el chocolate de taza empacado en

Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno y Polipropileno Cast o mono orientado.

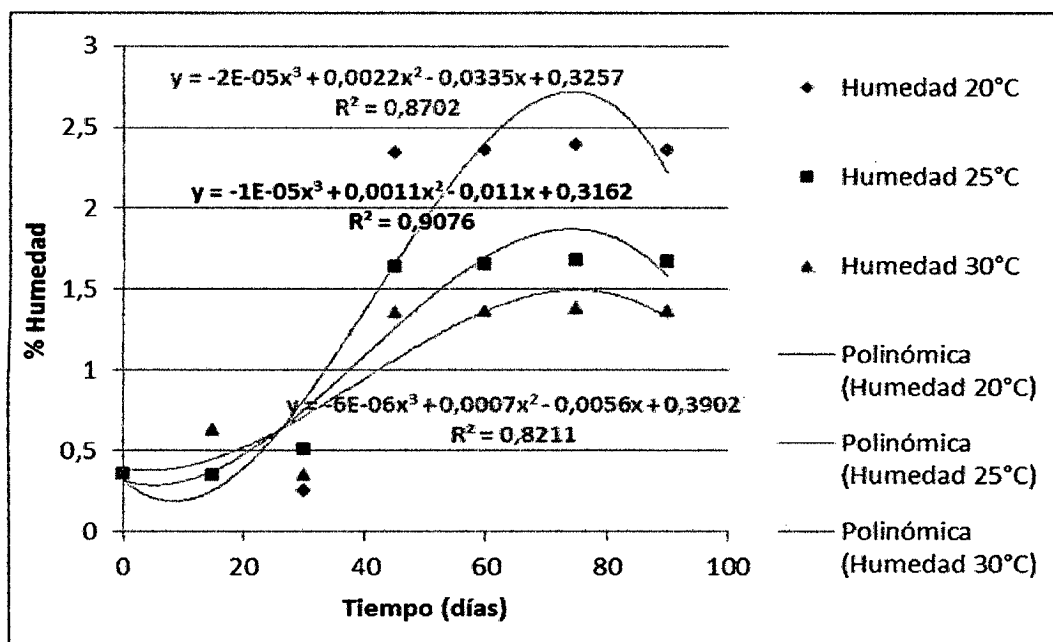


Figura 16. Porcentaje de humedad obtenida durante los 90 días de estudio en las 3 atmosferas modificadas del chocolate de taza empaquetado en Polipropileno mono orientado

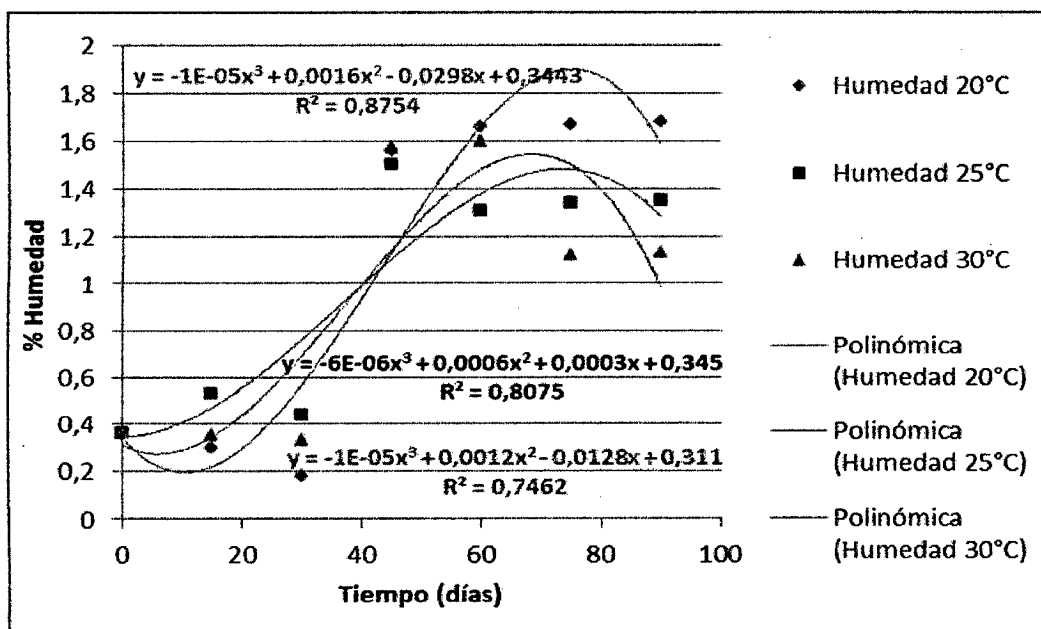


Figura 17. Porcentaje de humedad obtenida durante los 90 días de estudio en las 3 atmosferas modificadas para el chocolate de taza empaquetado en Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno

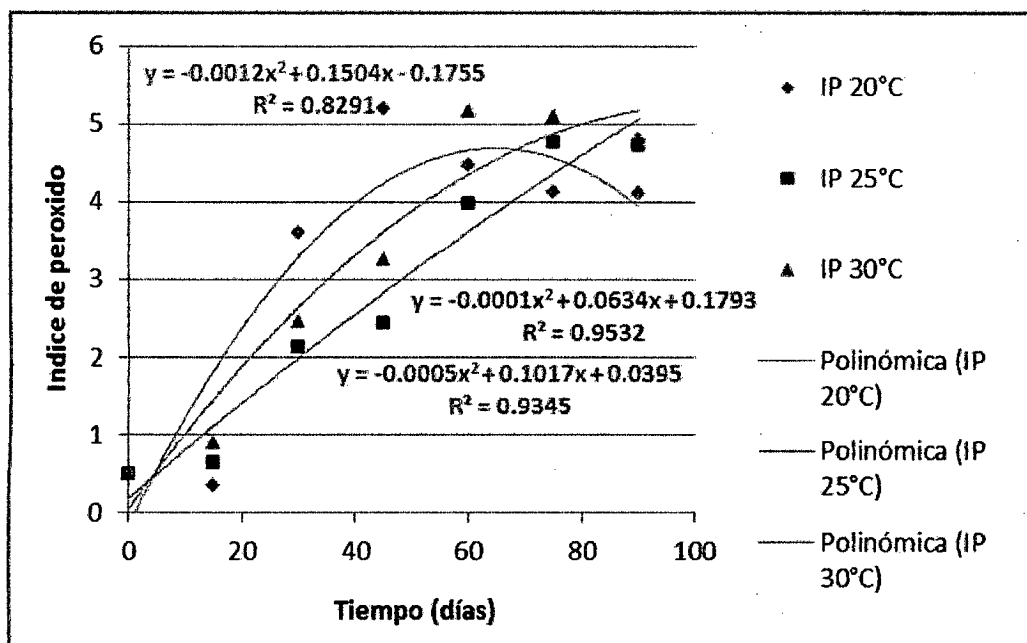


Figura 18. Índice de Peróxido cada 15 días en las 3 atmosferas modificadas para el chocolate de taza empacado Polipropileno mono orientado

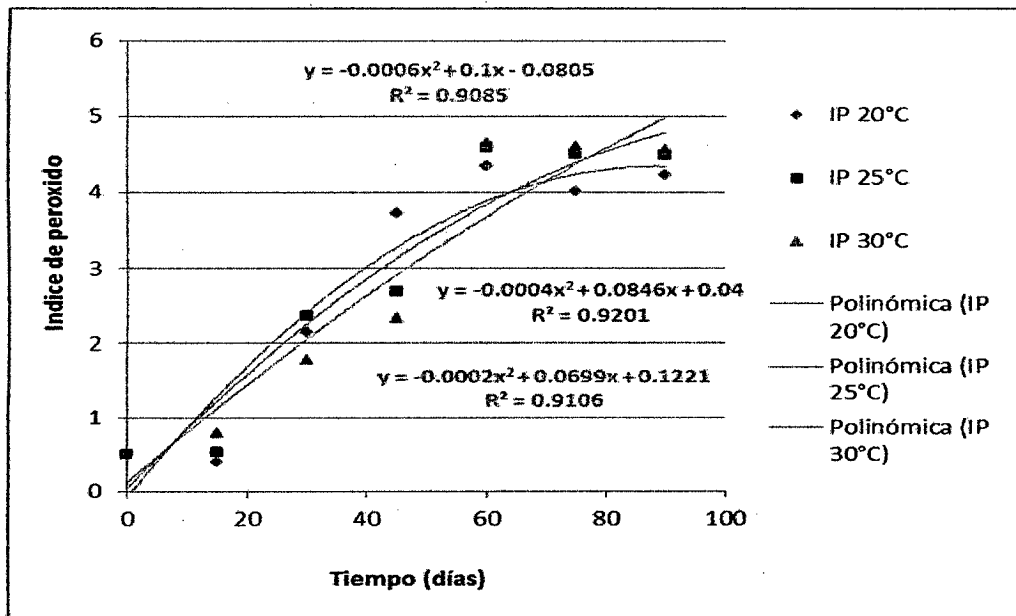


Figura 19. Índice de Peróxido cada 15 días en las 3 atmosferas modificadas para el chocolate de taza empacado en Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.

Como se puede observar en la Figuras 16 y 17, Porcentaje de Humedad Vs Tiempo, la humedad a menor temperatura (20°C), presenta un alto contenido de

humedad y a mayor temperatura (30°C) presenta menor contenido de humedad. Con esta relación se puede afirmar que un producto tiende a conservarse más seco a una temperatura mayor. Con respecto al tipo de empaque este sigue el mismo comportamiento obteniendo mayor porcentaje de humedad el Polipropileno mono orientado (20°C) con 2.39% a diferencia de la bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno (20°C) que obtuvo 1.68 %. Esto se debe a que la permeabilidad de la Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno es mayor que el Polipropileno mono orientado estos datos se mencionan en el cuadro 20.

Para ambos empaques el punto de equilibrio de porcentaje de humedad se da a los 75 días. La tendencia o comportamiento para la humedad es una ecuación polinómica de tercer grado.

El índice de peróxidos reporta el grado de enranciamiento de las grasas, según la Norma Técnica Peruana para Grasas y Aceites Comestibles el Índice de Peróxidos en Grasas y Aceites permitidos, para otras grasas y aceites es de Hasta 10 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite. En las muestras los resultados son menores, 5.09 miliequivalentes de oxígeno activo/ kg de aceite el máximo valor obtenido para el empaque polipropileno mono orientado y 4.49 miliequivalentes de oxígeno activo/ kg de aceite el máximo valor obtenido para la muestra empacado en bolsa de aluminio de poliéster con barrera de polietileno, por lo cual podemos decir que no presentaron cambios significativos en ninguna de las condiciones de almacenamiento, lo que se reflejó en los valores finales.

#### **4.2 VIDA DE ANAQUEL A TRAVÉS DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS.**

Para el método estadístico solo se tomará en cuenta los resultados de las evaluaciones sensoriales.

#### 4.2.1 VIDA DE ANAQUEL A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE RIESGO DE WEIBULL.

Los resultados de la evaluación sensorial realizada sobre el chocolate de taza empacado en Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno a 25°C y 80% humedad relativa.

**Cuadro 9. Resultados de evaluación sensorial (Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno a 25°C).**

Días	Aceptabilidad				
0	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+
45	+	+	-5	+	+
60	+	+	+	+	+
75	-4	+	+	+	+
90	-3	-2	+	-1	+

+: Muestra aceptada; -: Muestra rechazada. Calificado por panel semi entrenado

Los resultados de la evaluación sensorial se numeran en orden inverso de aparición como se aprecia en el Cuadro 9, siendo 5 el primer juicio y 1 el último. Los datos de orden inverso y el tiempo de fallo se transforman según la distribución de Weibull. Los resultados se muestran en Cuadro 10.

**Cuadro 10. Rango y riesgo acumulado**

Rango	Tiempo (días)	H	$\Sigma H$	Log(t)	log(H/100)
5	45	20.00	20.00	1.6532	-0.6990
4	75	25.00	45.00	1.8751	-0.3468
3	90	33.33	78.33	1.9542	-0.1061
2	90	50.00	128.33	1.9542	0.1083
1	90	100.00	228.33	1.9542	0.3586

La figura 20 muestra un gráfico del logaritmo del riesgo acumulado contra el logaritmo del tiempo de fallo. La pendiente y el intercepto de esta recta permiten calcular los valores de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$



$$\beta = \frac{1}{0.2787} = 3.5877 \quad \text{Y} \quad \alpha = 10^{1.9163} = 82.4860$$

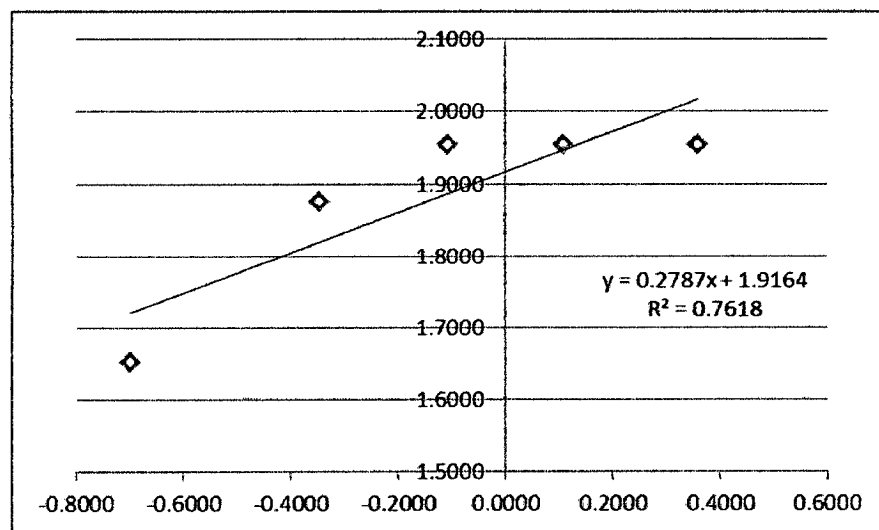
Con los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  se calculan el valor esperado, utilizando la ecuación (17) de la revisión bibliográfica, lo que da como resultado:

$$E(t) = 82.4860 * \Gamma \left[ 1 + \frac{1}{3.5877} \right] = 74 \text{ días}$$

Para una significancia del 95 % se calcula el intervalo de confianza para la inferencia del valor medio dando como resultado:

$$69 \leq 74 \leq 79$$

Significa que pasados 74 días de almacenamiento a 25 °C y 80 % de humedad relativa, el chocolate de taza empacado en papel bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno tendrá una probabilidad del 50 % de ser rechazado por el panel.



**Figura 20. Gráfico del riesgo de Weibull.**

#### 4.2.2 Prueba de bondad de ajuste

El cuadro 11 muestra los resultados de la prueba de bondad de ajuste realizada sobre la distribución de Weibull para el chocolate de taza empacado en papel bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno a una temperatura de 25°C.

**Cuadro 11. Resultados de la prueba de bondad de ajuste**

Prueba de bondad de ajuste			
Tiempo (días)	Frecuencia Esperada	Frecuencia Observada	Diferencia
45	0.1075	0.1813	0.0738
75	0.5088	0.3624	0.1464
90	0.7452	0.5431	0.2021
90	0.7452	0.7229	0.0223
90	0.7452	0.8981	0.1529

En esta tabla, la columna 1 muestra los tiempos de fallo, la columna 2 muestra los valores de la frecuencia esperada  $F(t_e)$  según la distribución de Weibull evaluada en el tiempo de fallo.

$$F = 1 - e^{-\left[\frac{t}{\alpha}\right]^{\beta}} \dots (21)$$

La columna 3 muestra los valores de riesgo acumulado convertidos en frecuencias observadas  $F(t_0)$

$$F = 1 - e^{-H(t)} \dots (22)$$

Por último, la columna 4 muestra la diferencia absoluta entre estas dos frecuencias. La máxima diferencia encontrada entre estas dos frecuencias es 0.2021, este dato nos sirve para comprobar la hipótesis: que los datos de tiempo de fallo se ajustan a la distribución de Weibull, esto lo logramos mediante la prueba de bondad de ajuste de *Kolmogorov-Smirnov* (anexo 14) en la cual para  $n$  igual a 5 y con una significancia del 5% se tiene que la diferencia máxima permitida es de 0,563, la cual es mayor que la diferencia máxima encontrada, por lo tanto se acepta la hipótesis.

Los cálculos anteriores se repiten para cada empaque y para cada condición de almacenamiento utilizando los datos sensoriales reportados en los cuadros del anexo 15. Los resultados se muestran en la Cuadro 12.

**Cuadro 12. Tiempos de vida de anaquel calculados a través de la función de Weibull.**

<b>Empaque</b>	<b>Temperatura(°C)</b>	<b>Tiempo (días)</b>
<b>Polipropileno Cast o mono orientado</b>	<b>20</b>	$103 \leq 109 \leq 114$
	<b>25</b>	$72 \leq 75 \leq 78$
	<b>30</b>	$57 \leq 62 \leq 68$
<b>Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno</b>	<b>20</b>	$114 \leq 118 \leq 123$
	<b>25</b>	$69 \leq 74 \leq 79$
	<b>30</b>	$59 \leq 65 \leq 72$

Los tiempos de fallo y el riesgo acumulado para cada temperatura y cada empaque se ajustaron satisfactoriamente a la distribución de Weibull; lo cual fue corroborado por las pruebas de bondad de ajuste. En el Cuadro 12 se nota como los tiempos de vida a 20°C son siempre inferiores para el producto empacado en polipropileno Cast o mono orientado y mayores para él empacado en bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno. Mientras que a 25 y 30°C no hay una diferencia significativa.

#### **4.2.3 Predicción de la vida de anaquel del chocolate de taza a temperatura ambiente a través del modelo de Arrhenius.**

La Figura 21 muestra un gráfico del logaritmo natural del tiempo de vida de anaquel contra el inverso de la temperatura absoluta para el chocolate de taza empacado en bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.

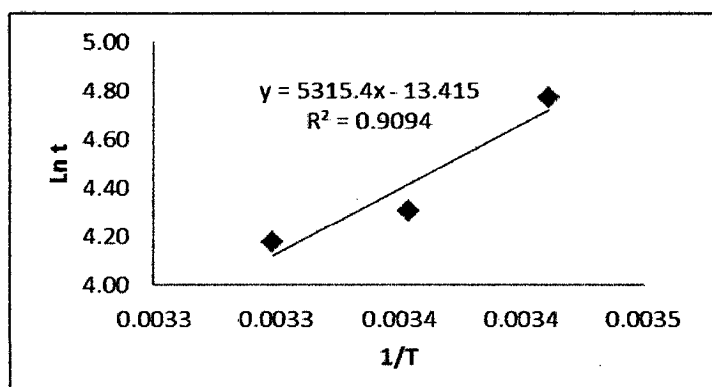


Figura 21. Gráfico de vida de anaquel,  $\ln t$  Vs.  $1/T$  (K-1).

Este gráfico corresponde a la linealización del modelo de Arrhenius, el cual está representado por la siguiente expresión:

$$t_s = t_0 * e^{-\frac{E_A}{R} \left[ \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_s} \right]} \quad (5)$$

La pendiente y el intercepto de esta recta permiten calcular los valores de los parámetros  $E_a$  y  $t_0$ :

$$E_A = 5315.44 * R = 10562.88 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \quad \text{Y} \quad t_0 = e^{-13.415} = 1.4925 * 10^{-6}$$

Con estos valores se puede predecir el tiempo de vida de anaquel para el chocolate de taza empacado en bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno y polipropileno Cast o mono orientado. A cualquier temperatura de almacenamiento y a 80 % de humedad relativa. Para ASPROBO, la temperatura normal de almacenamiento del chocolate de taza es de 18 °C, para esta temperatura el valor esperado de tiempo de vida de anaquel puede calcularse reemplazando los valores de energía de activación y del factor preexponencial en la ecuación 5:

$$t_{18} = 1.4925 * 10^{-6} * e^{\frac{10562.88}{1.986} * \frac{1}{291.15}} = 124 \text{ dias}$$

Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno

$$t_{18^{\circ}\text{C}} = 124 \text{ dias}$$

Polipropileno Cast o mono orientado

$$t_{18^{\circ}\text{C}} = 117 \text{ dias}$$

#### 4.2.4 Cálculo del parámetro $Q_{10}$

La Figura 22 muestra un gráfico del logaritmo natural del tiempo de vida de anaquel para el chocolate de taza empacado en bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno contra la temperatura en grados centígrados, obteniéndose la pendiente (b) para el cálculo del parámetro  $Q_{10}$  (Fu y Labuza, 1997):

$$Q_{10} = e^{10 \cdot b} = e^{10 \cdot (0.0596)} = 1.82$$

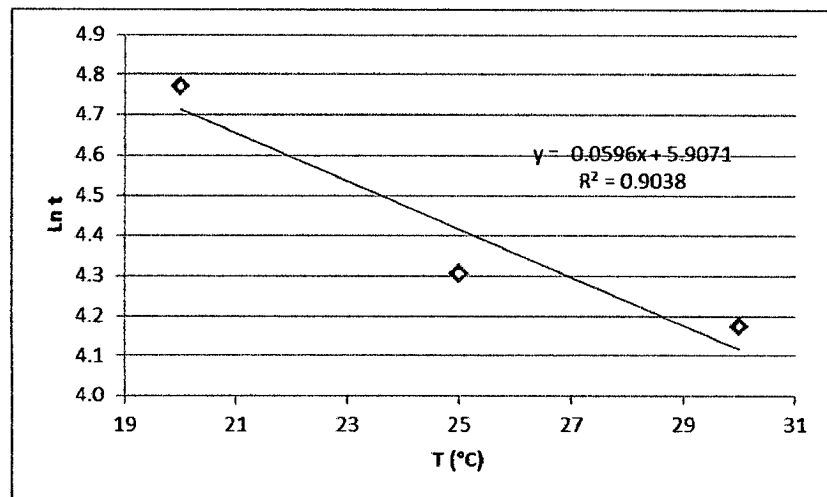


Figura 22. Gráfico de vida de anaquel,  $\text{Ln } t$  Vs.  $T (^{\circ}\text{C})$ .

De igual forma se calculan los valores de  $E_a$  y  $Q_{10}$  para el chocolate de taza Polipropileno Cast o mono orientado, así como los tiempos de vida de anaquel a  $18^{\circ}\text{C}$ , estos resultados se muestran en el Cuadro 13.

**Cuadro13. Valores de  $Q_{10}$ ,  $E_a$  y tiempos de vida de anaquel a 18°C y 80% de HR.**

EMPAQUE	$Q_{10}$	$E_a$ (cal/mol)	Tiempo 18°C (días)
Polipropileno Cast o mono orientado	1.76	9981.19	117
Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.	1.82	10562.88	124

Se puede observar en las Figuras 21 y 22, la influencia de la temperatura sobre el tiempo de vida de anaquel es explicada satisfactoriamente por la ley de Arrhenius.

Los resultados muestran que, entre los empaques utilizados, la bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno. Es quien mayor tiempo de vida de anaquel ofrece, siendo superior en un 5.65% con respecto al ofrecido por el polipropileno Cast o monoorientado.

Los tiempos de vida de anaquel reportados comercialmente para el chocolate de taza a condiciones normales de almacenamiento en los empaques tratados en este estudio se muestran en el cuadro 14.

**Cuadro14. Comparación entre los tiempos de vida de anaquel: por empaque. Reportada-Weibull.**

Empaque	Tiempo reportado en la bibliografía (días)	Tiempo calculado en el presente estudio (días)	Diferencia (%)
Polipropileno Cast o mono orientado	365	117	67.85
Bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno	365	124	66.03

En esta tabla se reportan las diferencias porcentuales entre los tiempos reportados comercialmente (Winter's) en el ámbito local y los tiempos calculados en el presente estudio. Las diferencias encontradas son muy grandes teniendo en cuenta que los tiempos calculados en el presente trabajo tienen como referencia 18°C y 80 % de humedad relativa como condiciones de almacenamiento, mientras que la vida de anaquel reportada en la bibliografía no

considera una humedad relativa de 80 % como una condición normal de almacenamiento, sino que por el contrario utiliza humedades alrededor del 60-65%.

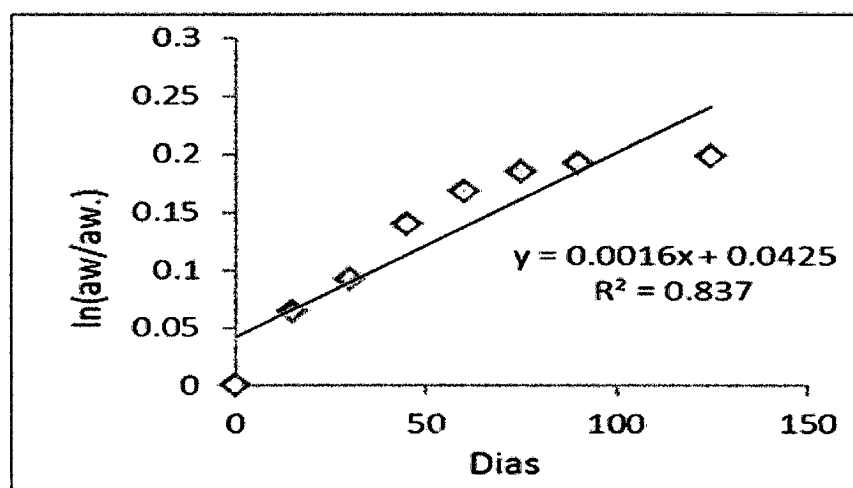
#### 4.3 VIDA DE ANAQUEL A TRAVÉS MÉTODOS FÍSICOQUÍMICOS

En el Cuadro 15 muestra los valores de actividad del agua medidos a través del tiempo para el chocolate de taza empacado en polipropileno cast o mono orientado y bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno. Gráficamente se encontró que los datos del seguimiento de  $a_w$  en función del tiempo se ajustan mejor a una reacción de primer orden.

**Cuadro 15. Actividad de Agua**

Polipropileno Cast o mono orientado				Bolsa de aluminio, poliéster y barrera de polietileno			
DIAS	20°C	25°C	30°C	DIAS	20°C	25°C	30°C
0	0.58	0.58	0.58	0	0.58	0.58	0.58
15	0.61	0.625	0.636	15	0.592	0.618	0.625
30	0.642	0.658	0.667	30	0.624	0.636	0.651
45	0.693	0.687	0.715	45	0.651	0.667	0.685
60	0.707	0.701	0.729	60	0.662	0.686	0.695
75	0.712	0.721	0.74	75	0.689	0.698	0.704
90	0.727	0.739	-----	90	0.697	0.703	0.708
125	0.738	-----	-----	125	0.705	0.707	-----
135	-----	-----	-----	135	0.708	-----	-----

La Figura 23 muestra un gráfico de  $\ln (a_w/a_{w0})$  contra el tiempo a 25°C bolsa de aluminio, poliéster y barrera de polietileno.



**Figura 23. Ajuste de los datos cinéticos a una reacción de primer orden**

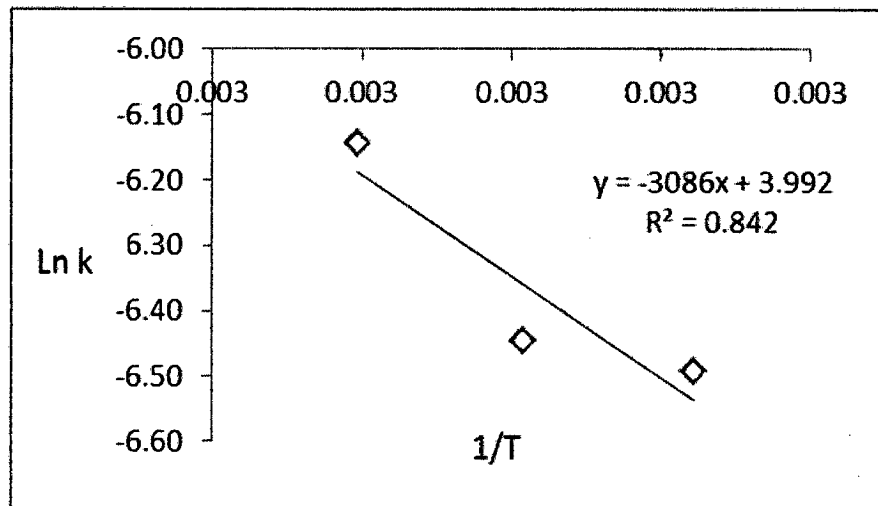
La pendiente de esta recta es equivalente a la constante de velocidad de reacción  $k$  a 25°C. De forma similar se obtienen los valores de la constante de reacción a las otras temperaturas para la bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno y polipropileno cast o mono orientado, utilizando los datos del seguimiento de la  $a_w$  que se reportan en el Cuadro 15. El Cuadro 16 muestra las constantes de velocidad de reacción.

**Cuadro 16. Constantes de velocidad de reacción.**

Empaque	K(unidades de $a_w^{-1}$ )		
	20 °C	25°C	30°C
Polipropileno Cast o mono orientado	0.0020	0.0026	0.0032
Bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno	0.0015	0.0016	0.0021

La Figura 24 es un gráfico del logaritmo natural de  $k$  contra el inverso de la temperatura.





**Figura 24. Variación de la constante de velocidad de reacción  $k$ , con la temperatura**

A partir de la pendiente de este gráfico y del término independiente se calculan la energía de activación y el factor pre exponencial.

$$E_A = 3086.0 * R \frac{\text{cal}}{\text{mol}} = 3086.0 * 1.986 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} = 6128.85 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

$$k_0 = e^{3.992} = 5.416 * 10 \text{ dias}^{-1}$$

La solución de la ecuación (3) de la revisión bibliográfica para  $n$  igual a 1 y haciendo  $A$  igual  $a_w$ , da como resultado la siguiente expresión:

$$\ln \left[ \frac{a_w}{a_{w0}} \right] = k * t \quad (23)$$

Esta ecuación puede resolverse para calcular el tiempo necesario para que la actividad del agua llegue a cierto valor inaceptable a cierta temperatura. Los valores de energía de activación y factor pre exponencial calculados arriba permiten calcular el valor de la constante de reacción a 18°C:

$$k_{18} = 5.416 * 10 * e^{\frac{-6128.85}{1.986 * 291.15}} = 1.350 * 10^{-3} \text{ dias}^{-1}$$

Reemplazando en la ecuación (23) con valores iniciales y finales de  $a_w$  de 0,2 y 0,45 respectivamente y resolviendo para  $t$  se tiene que:

$$t = \frac{\ln \left[ \frac{0.708}{0.58} \right]}{1.350 * 10^{-3} \text{días}^{-1}} = 147.6 \text{ días}$$

Los valores inicial y final de  $a_w$  para la bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno se obtienen del seguimiento que se hace de esta variable paralelo al seguimiento sensorial, lo cual permite conocer el valor de la actividad del agua cuando una muestra de chocolate de taza es rechazada por más del 50 % del panel durante dos sesiones de catación consecutivas. De igual forma se calcula el tiempo de vida de anaquel para el chocolate de taza empacado en polipropileno cast o mono orientado.

$$t = \frac{\ln \left[ \frac{0.738}{0.58} \right]}{1.789 * 10^{-3} \text{días}^{-1}} = 134.6 \text{ días}$$

Los datos cinéticos de  $a_w$  en función del tiempo se ajustaron mejor a un modelo cinético de primer orden que a uno de orden cero, lo cual se determinó con el factor de correlación encontrado para cada ajuste mostrando que para la cinética de primer orden éste factor fue más cercano a uno. Los tiempos de vida de anaquel encontrados por este método y su comparación con los reportados comercialmente se muestran en el Cuadro 17.

**Cuadro 17. Comparación de tiempos de vida de anaquel: por empaque Reportada-Fisicoquímica.**

Empaque	Tiempo reportado en la bibliografía (días)	Tiempo calculado en el presente estudio (días)	Diferencia (%)
Polipropileno Cast o mono orientado	365	135	63.01
Bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno	365	148	59.45

Las diferencias entre estos tiempos de vida de anaquel son grandes, teniendo en cuenta que los tiempos calculados tienen como condición de almacenamiento 18°C

y 80 % de humedad relativa, lo cual como se mencionó arriba, no se cumple para los datos reportados en la bibliografía los cuales tienen como referencia humedades relativas de almacenamiento entre el 60-65 %. En el Cuadro 18 se compara la vida de anaquel determinada por los métodos estadísticos y químico - físicos

**Cuadro 18. Diferencia de la determinación de vida anaquel por métodos estadísticos y químico físicos.**

Empaque	Estadístico	Químico – Físico
Polipropileno cast o mono orientado.	117	135
Bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno	124	148
Diferencia en %.	6	9

#### 4.4 Ajuste de las isotermas de adsorción de agua al modelo de G.A.B

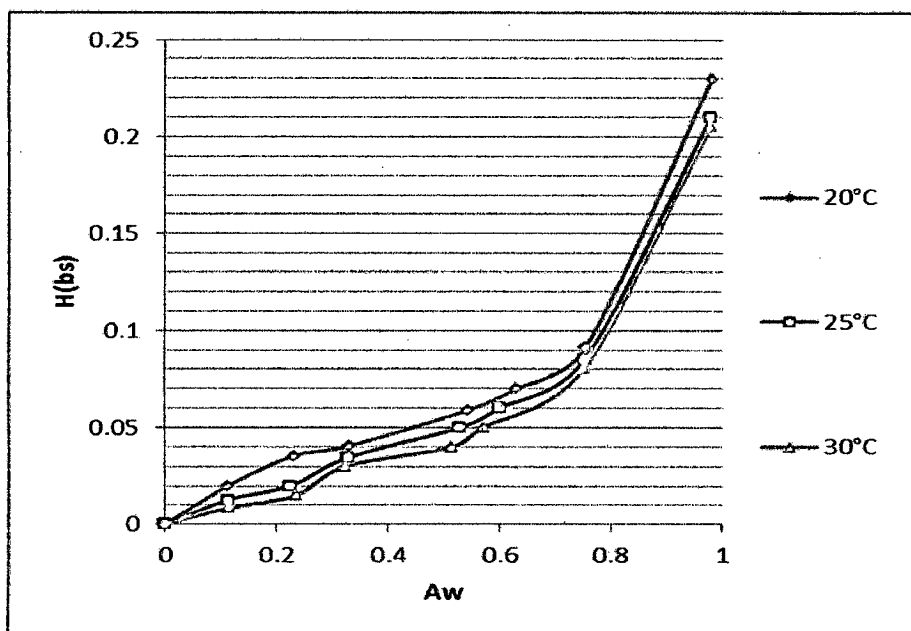
El Cuadro 19 muestra los datos de adsorción de agua obtenidos experimentalmente y que permiten el trazado de las diferentes isotermas de adsorción para el chocolate de taza.

**Cuadro 19. Contenido de humedad en base seca**

Aw	20°C %H(BS)	25°C %H(BS)	30°C %H(BS)
0.113	0.0200	0.0128	0.0084
0.231	0.0354	0.0200	0.0150
0.331	0.0406	0.0345	0.0300
0.544	0.0590	0.0500	0.0400
0.630	0.0700	0.0600	0.0500
0.755	0.0913	0.0850	0.0800
0.981	0.2294	0.2100	0.2051

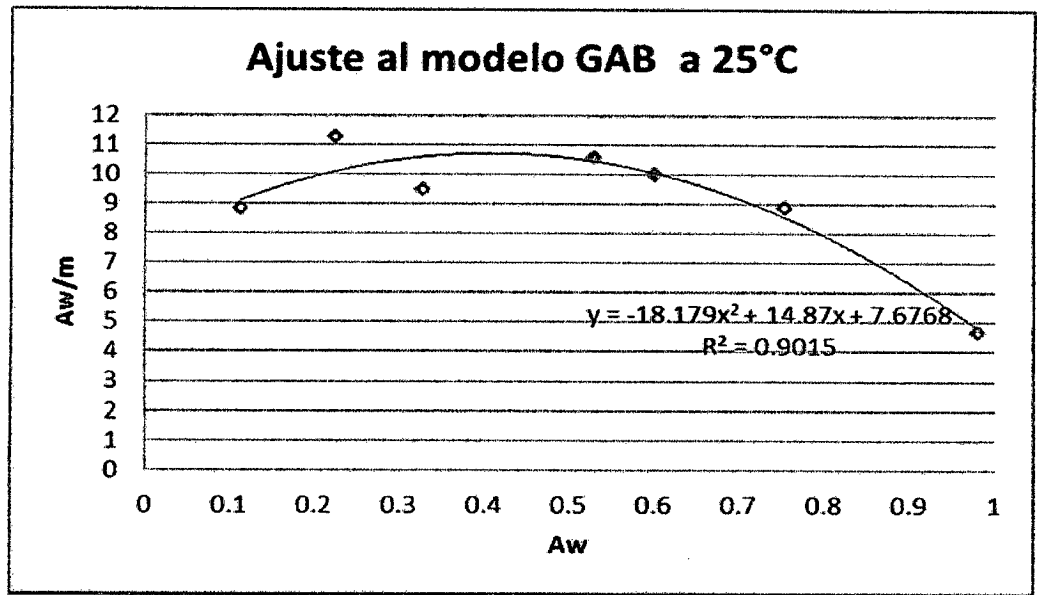
Estas isotermas tuvieron un comportamiento acorde con lo reportado en la bibliografía, en donde se encuentra que la capacidad de adsorción de agua en

equilibrio, para un alimento disminuye con el aumento de la temperatura (ROCKLAND, BEUCHAT.1987). La Figura 25 muestra un gráfico de las isothermas construidas donde se puede apreciar lo expuesto arriba.



**Figura 25. Isothermas de adsorción de agua experimentales para el chocolate de taza**

Los datos de actividad del agua y contenido de humedad en base seca deben ser transformados para ajustarse al modelo de G.A.B. Con los datos de adsorción a 25 °C se construye la Figura 26, que muestra un gráfico de  $aw/m$  contra  $aw$ , el cual es ajustado a una ecuación de segundo orden.



**Figura 26. Cuadratización del modelo de G.A.B a 25 °C.**

los coeficientes de esta expresión y los parámetros del modelo de G.A.B se relacionan a través de las siguientes expresiones:

$$\frac{a_w}{m} = A \cdot a_w^2 + B \cdot a_w + C \quad (24)$$

$$k = \frac{(\sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}) - B}{2 \cdot C} \quad (25) \quad Y = \frac{B}{C \cdot K} + 2 \quad (26) \quad M_{gm} = \frac{1}{E \cdot K \cdot Y} \quad (27)$$

Reemplazando los valores de los coeficientes de la expresión que se encuentran sobre la Figura 26 y resolviendo las ecuaciones se tiene que:

$$k_{25^\circ\text{C}} = 0.8498; \quad Y_{25^\circ\text{C}} = 4.2794; \quad M_{gm \ 25^\circ\text{C}} = 0.0358$$

Estos cálculos se repiten para las isotermas de 20 y 30°C y los resultados se muestran en el Cuadro 20.

**Cuadro 20. Parámetros del modelo de G.A.B para el chocolate de taza.**

Temperatura	K	Y	$M_{gm}$
20	0.8620	12.2729	0.0345
25	0.8498	4.2794	0.0358
30	0.8429	2.3496	0.0377

El ajuste de estas isotermas al modelo de G.A.B fue bastante satisfactorio encontrándose factores de correlación de 0,9660, 0,9015 y 0,8450 para las curvas a 20, 25 y 30°C respectivamente.

#### 4.5 Determinación de la permeabilidad al vapor de agua a través del empaque.

La Figura 27 muestra un gráfico de la humedad promedio ganada a través del tiempo a 25°C para la bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno, los datos para la construcción de este gráfico aparecen en el anexo 16.

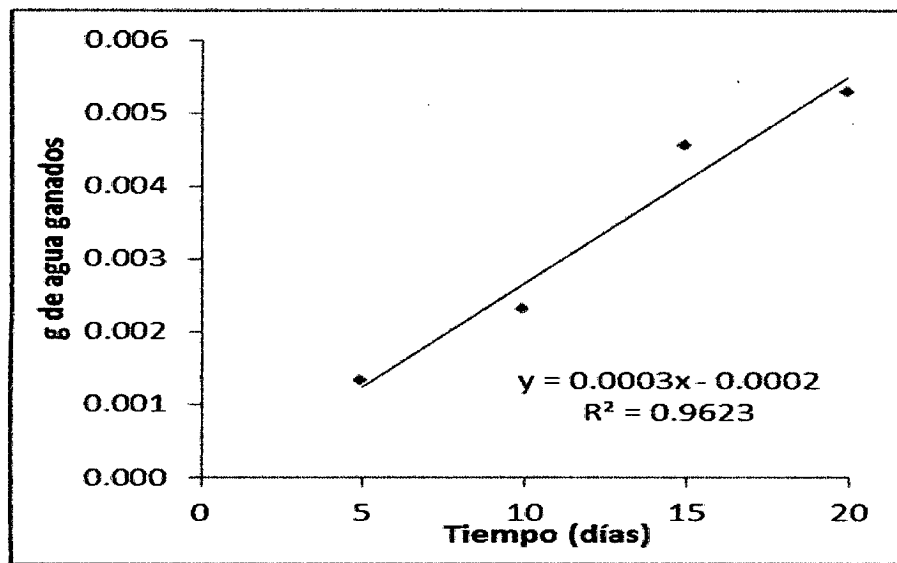


Figura 27. Humedad transportada a través del papel laminado a 25 °C.

De la pendiente de esta recta se calcula la permeabilidad de este material a 25 °C utilizando la expresión reportada en la norma ASTM E-96:

$$B = \frac{\frac{b}{A} * \Delta X}{\frac{p_0}{100} * (HR_1 - HR_2)} \quad (25)$$

Donde  $b$  es la pendiente de la Figura 27,  $A$  es el área dispuesta por el empaque para la transferencia de vapor de agua,  $\Delta X$  es el espesor del laminado,  $p_0$  es la presión de vapor del agua pura a la temperatura a la cual se hace el experimento, y  $HR_1$  y  $HR_2$  son la humedad es relativas fuera y

dentro del empaque, que en este caso son 75.3 y 32.8 % respectivamente. Reemplazando estas cantidades en la expresión (25) se tiene que:

$$B_{25} = \frac{\frac{0.000283 \frac{g}{dia} * 65 \mu m}{0.002 m^2}}{\frac{3167.73 Pa}{100} * (75.3 - 32.8)} = 6.839 \times 10^{-3} \frac{g * \mu m}{m^2 * dia * Pa}$$

El cuadro 21 muestra la permeabilidad de los empaques de aluminio, poliéster con barrera de polietileno y Polipropileno mono orientado

**Cuadro 21. Permeabilidad (g\*µm/m<sup>2</sup>\*día\*Pa)**

Empaque	Permeabilidad(g*µm/m <sup>2</sup> *día*Pa)
Bolsa de aluminio, poliéster con barrera de polietileno	6.839x10 <sup>-3</sup>
Polipropileno mono orientado	1.117x10 <sup>-2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

El valor encontrado en la literatura para la permeabilidad del polipropileno mono orientado fue de 16.5 x 10<sup>-3</sup> (g\*mm/Pa\*m<sup>2</sup>\*día) para 37.8°C (Chica y Osorio, 2003), mayor del encontrado experimentalmente, debido a que los ensayos se realizaron a temperaturas menores que la reportada.

#### 4.6 SEGUIMIENTO DE LAS VARIABLES MICROBIOLÓGICAS

En el Cuadro 22 se muestra los análisis iniciales y finales de mohos, levaduras y coliformes totales hechas a las muestras de chocolate de taza para ambos empaques.

**Cuadro 22. Análisis iniciales y finales de mohos, levaduras y coliformes.**

Análisis Microbiológicos	Inicio	Final					
		Polipropileno mono orientado			Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno		
Mohos	2.3*10 ufc/gr	4*10ufc/gr	5*10ufc/gr	5,2*10ufc/gr	2*10ufc/gr	3*10ufc/gr	6*10ufc/gr
Levaduras	1.5*10 ufc/gr	2*10ufc/gr	2*10ufc/gr	3*10ufc/gr	0	1*10ufc/gr	2*10ufc/gr
Coliformes	<1.8NMP/100gr	-	-	-	-	-	-
Salmonella sp.	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Desde el punto de vista microbiológico el chocolate de taza no se vio afectado significativamente durante el tiempo de experimentación bajo ninguna temperatura y en ningún empaque, estando los resultados dentro de los límites máximos mencionados por Prescott et.al (2000). Mohos < 50 UFC/g, Levaduras < 50 UFC/g, coliformes < 10 UFC/ g y Salmonella *s.pausente*. Es un indicador de las buenas prácticas de higiene que se desarrollan en ASDEME proporcionándonos un producto inocuo.



## CONCLUSIONES

- Se determinó que sólo el 75% de la población en la ciudad de Piura consume chocolate de taza, siendo las marcas preferidas: Sol del Cusco y Cusco Real, con el 39 y 28% respectivamente. La demanda se da en el mes de diciembre por tradición ya que desconocen los beneficios que este aporta a su salud.
- Se identificó que las variables críticas humedad relativa y temperatura se relacionan directamente con la pérdida de la calidad del producto. es así que, a mayor humedad relativa e igual temperatura, mayor es el porcentaje de humedad y deterioro del chocolate por lo que se presenta el Bloom (capa blanquecina) que le resta presencia y por ende aceptabilidad al producto.
- Se determinó el tiempo de vida de anaquel para el chocolate de taza almacenado en la bolsa de aluminio de poliéster con barrera de polietileno a través de dos métodos; estadístico y fisicoquímico; obteniendo valores de 124 y 148 días respectivamente a una condición de almacenamiento de 18 °C y 80 % de humedad relativa.
- Se determinó que el tiempo de vida de anaquel para el chocolate de taza almacenado en polipropileno cast o mono orientado a través de dos métodos; estadístico y fisicoquímico; es de 117 y 135 días respectivamente a una condición de almacenamiento de 18 °C y 80 % de humedad relativa.
- La comparación entre los tiempos de vida de anaquel determinados por los métodos; estadístico y fisicoquímico en el presente estudio muestran que la vida anaquel tanto para la bolsa de aluminio de poliéster con barrera de polietileno y polipropileno cast o mono orientado solo se obtienen diferencias del 6.0% y 9.0 %, en días 7 y 13 días, respectivamente
- La permeabilidad para el empaque de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno es de  $6.839 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{um}/\text{m}^2 \cdot \text{dia} \cdot \text{Pa}$ .
- La permeabilidad para el empaque de polipropileno cast o mono orientado es de  $4.811 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{um}/\text{m}^2 \cdot \text{dia} \cdot \text{Pa}$ .

- las pruebas microbiológicas estuvieron dentro de los parámetros permitidos, estando los resultados dentro de los límites máximos. Mohos < 50 UFC/g, Levaduras < 50 UFC/g, coliformes < 10 UFC/ g y Salmonella *s.p* ausente
- De la aplicación de los métodos de estimación de vida de anaquel se deduce que la solución fisicoquímica constituye el mejor método desde el punto de vista de versatilidad y aplicación matemática.

## RECOMENDACIONES

- Para la realización de futuros estudios de durabilidad se recomienda la implantación de la metodología utilizada en este trabajo, así como el aumento del número de participantes del panel de catación además de su constancia y un mayor número de muestras.
- Se aconseja realizar experimentos de vida de anaquel a diferentes humedades relativas de almacenamiento (mayores a 80%) sobre el chocolate de taza Elaborado por ASDEME, con el ánimo de generar un modelo estadístico que incluya la influencia de esta variable en la vida de anaquel.
- Conseguir y trabajar con un equipo especializado que cuantifique la actividad de agua de los alimentos para contrastar la actividad agua encontrada en ellos mediante los métodos gravimétricos.
- Se recomienda evaluar la permeabilidad de los empaques a más de una temperatura.
- Realizar ensayos a tiempo real en paralelo al ensayo acelerado, a condiciones normales, para comprobar el poder predictivo.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- **ADUANAS.** (2013). Declaración de Exportación Definitiva. Informes. Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria. Disponible en: <<http://www.aduanet.gob.pe/aduanas/infirmes/ExpoDef.htm>>. [Accesado: 23/11/2013].
- **ALEJANDRE, J.** (2002). Historia, caracterización y restauración de Morteros. Sevilla. Impresión Pedro Cid S.A. 153 p. Disponible en: <[books.google.com.pe/books?isbn=8447207730](http://books.google.com.pe/books?isbn=8447207730)>. [Accesado: 05/08/2013].
- **AMARO, R. y VEGA, J.** (1999). Un modelo de comparación pareada para realizar un estudio de preferencia. Anales científicos UNALM. Pág. 137-157. Disponible en: <[http://tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/1999\\_86.pdf](http://tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/1999_86.pdf)>. [Accesado: 11/07/2012].
- **AMORES, F., PALACIOS, A., JIMENEZ, J. y ZHANG, D.** (2009). Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor-oriente de la provincia de esmeraldas. Boletín técnico n°135. Quevedo – Los Rios, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de investigaciones agropecuarias. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/57699596/36/Composicion-quimica-del-grano-de-cacao>>. [Accesado: 13/06/2012].
- **A.O.A.C.** (1995). Official methods of analysis, 16<sup>th</sup> edition. Association of official analytical chemist. Washington, D. C.
- **A.O.A.C.** (1984). Official Methods of Analysis 13<sup>th</sup> Edition. Association of official analytical chemist. Washington, D. C.
- **AVENDAÑO, G.** (2009). Diseño y evaluación de las propiedades mecánicas y de barrera de un biopolímero obtenido a partir de almidón de papa para ser empleado en empaques para alimentos. Tesis (Ingeniero de alimentos). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. 169 p.

- **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.**(1996). Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. Washington, D.C. 10 p. (ASTM E-96).
- **BARREIRO, J. Y SANDOVAL, A.** (2006). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Caracas. Editorial Equinoccio. 265 p. Disponible en: <books.google.com.pe/books?isbn=9802372102>. [Accesado: 05/10/2013].
- **BECKETT, S.** (2009). Industrial Chocolate Manufacture And Use. Cuarta edición. York – Reino Unido. Blackwell Publishing Ltd. 673 p.
- **BELLO, J.** (2000). Ciencia bromatológica, principios generales de los alimentos. Madrid - España. Ediciones Diaz de santos. 591p.
- **BCIE.** (1982). Informe de la situación actual y perspectivas del cultivo e industrialización del cacao en Centroamérica. Banco Centroamericano de Integración Económica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 362 p. Disponible en: <<http://books.google.com.pe/books?id=Zd0OAQAIAAJ&pg=PA64&dq=proceso+de+fabricacion+del+chocolate&hl=es&sa=X&ei=nJZNUpHRGISc9QTzt4GQAQ&ved=0CEcQ6AEwBA#v=onepage&q=proceso%20de%20fabricación%20del%20chocolate&f=false>>. [Accesado: 25/06/2013].
- **CABEZA, L.** (2004). Propuesta de mejoramiento de los procesos de elaboración de chocolate y rediseño de la planta de producción de industria de alimentos la Fragancia Ltda. Tesis (Ingeniería Industrial). Santander, Colombia. Universidad Industrial de Santander. 300 p. Disponible en: <<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5264/2/112718.pdf>>. [Accesado: 22/08/2013].
- **CENTRO TECNOLÓGICO DEL EMPAQUE, EMBALAJE Y TRANSPORTE.** (2003). Cartilla de Empaque y Embalaje para la Exportación. Bogotá, Colombia, ©Proexport. 107 p.

- CHICA, B. y OSORIO, S.(2003). Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado. Tesis (Ingeniero Químico). Manizales, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 90 p. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/1518/1/bibianachicasandraosorio.2003.pdf>>. [Accesado: 13/06/2012].
- CHIRE, F., CORDOVA, A. (2005). Mejoramiento de chocolate amargo para taza mediante el uso de licor de cacao. UNMSM. Lima- Peru. Disponible en: <[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v08\\_n2/PDF/a04v8n2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v08_n2/PDF/a04v8n2.pdf)> [Accesado: 08/01/14].
- Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (V, 1999, Bogota, Colombia). Variación del perfil ácido del grano durante las operaciones de fermentación y secado. Bogota, Colombia.
- DE LA CRUZ, W. (2009). “Complementación Proteica de Harina de Trigo (*Triticumaestivum* L.) por harina de Quinoa (*Chenopodiumquinoa*Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil”. Tesis (Magister Scientiae). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 213 p. Disponible en: <<http://repositorio.lamolina.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/12/TAL%2015-121-TM.pdf?sequence=1>>. [Accesado: 23/08/2013].
- DELYS. (2013). Elaboración del chocolate: Molienda y conchado. Delicias y Sabores. Disponible en: <<http://www.delys.com.ar/index.php/chocolate/valor-nutritivo.html>>. [Accesado: 18/08/2013].
- DIRECCIÓN DE PROMOCION DE COMPETITIVIDAD. (2009). Plan Estratégico de Mercado para la Promoción del Consumo Interno de Derivados del Cacao Nacional. Ministerio de Agricultura. Disponible en: <[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/plan\\_estrategico\\_promocion\\_consumo\\_interno\\_cacao.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/plan_estrategico_promocion_consumo_interno_cacao.pdf)>. [Accesado: 23/06/2012].

- FENNEMA, O. (2000). Química de los Alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España. 1258 p.
- GARCIA, R. (2005). Uso de películas poliméricas para el almacenamiento en atmósfera modificada de mora azul. Tesis (Maestría en Ciencia de Alimentos). Cholula, Puebla, Mexico. Universidad de las Américas Puebla. Facultad de ingeniería Química y Alimentos. Disponible en: <[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mca/garcia\\_t\\_r/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/garcia_t_r/capitulo4.pdf)>. [Accesado: 02/07/2012].
- GELY, M. Y GINER, S.(1998). : Isotermas de maíz y soja. Estudio de la ecuación de Guggenheim, Anderson y de Boer (GAB) a distintas temperaturas. Información Tecnológica (CIT). 09 (4). 165:170.
- GIL, J., MURATONA, S., YACANTO, P.,SOTERAS, E., ABACA, C. Y SUSTERSIC1, M. (2012). Isotermas de Adsorción y Desorción de agua en Leche Descremada en polvo. Avances en ciencias e Ingeniería. 4 (1). 51:59. Disponible en: <<http://www.exceedu.com/publishing.cl/inicio.php?lnk=ctnd&id=216>>. [Accesado: 22/08/2013].
- HERNANDEZ, E.(2005). Evaluación sensorial. Bogotá, D.C. – Colombia. UNAD. Facultad de ciencias básicas e ingeniería. 128 p.
- HERRERA, C. BOLAÑOS, N. Y LUTZ G. (2003)Química de Alimentos Manual de Laboratorio. Primera Edicion. Editorial de la universidad de Costa Rica. Disponible en:<[http://books.google.com.pe/books?id=8VpJ8foyDiIC&pg=PA131&dq=determinacion+de++cenizas+en+chocolate&hl=en&sa=X&ei=Wm4WU6SGKo7K0gG\\_94DwDQ&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q=determinacion%20de%20%20cenizas%20en%20chocolate&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=8VpJ8foyDiIC&pg=PA131&dq=determinacion+de++cenizas+en+chocolate&hl=en&sa=X&ei=Wm4WU6SGKo7K0gG_94DwDQ&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q=determinacion%20de%20%20cenizas%20en%20chocolate&f=false)>. [Accesado: 02/01/2013].
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL. CHOCOLATE. Requisitos. Lima: INDECOPI, 2008. 18 p. (NTP 208.002).

- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2011. Microorganisms in Foods 8. Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance. Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
- KENNETH, J., ROTSTEIN, E., Y SING, P. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. Copyright © CRC press, LLC. 698 p. Disponible en: <<http://muhammadsabchi.files.wordpress.com/2010/04/handbook-of-food-engineering-practice.pdf>>. [Accesado: 25/08/2013].
- LABUZA, T. (2002). Determination of the shelf life of foods. Disponible en: <[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ShelfLife/corto\\_8507.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ShelfLife/corto_8507.pdf)>. [Accesado: 09/07/2012].
- LABUZA T.P Y CONTRERAS. (1981). Prediction of moisture protection requirements for foods. *Cereal foods world* 26(7):33.
- LABUZA, T. Y FU, B. (1997). *Shelf Life Testing: Procedures and Prediction Methods for Frozen Foods*. Pp 377 – 415. Minnesota.
- MAN, D. Y JONES, A. (2000). *Shelf life evaluation of foods*. Segunda edición. Editorial Aspen Publishers, Inc. USA. Pág. 73-75. Disponible en: <<http://books.google.com.pe/books?id=ovoNjpn6aLUC&pg=PA174&dq=Causes+of+deterioration+of+the+quality+of+the+chocolate&hl=es-419&sa=X&ei=R09SUrLiA4rU9QSE8oCYDQ&ved=0CDQQ6AEwAQ#v=onepage&q=Causes%20of%20deterioration%20of%20the%20quality%20of%20the%20chocolate&f=false>>. [Accesado: 02/10/2013].
- MARTÍNEZ, L. (1994). Métodos de inferencia para la distribución Weibull: aplicación en fiabilidad industrial. Master (Técnicas estadísticas). Vigo, España. Universidad de Vigo. 60 p. Disponible en: <[http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto\\_613.pdf](http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto_613.pdf)>. [Accesado: 21/08/2013]
- GABRIELA C. Y AGUSTA, C. (2005). Mejoramiento de chocolate amargo para



taza mediante el uso de licor de cacao. Lima, Perú. Universidad Mayor de San Marcos .Facultad de Farmacia y Bioquímica.06p. Disponible en: <[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v08\\_n2/PDF/a04v8n2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v08_n2/PDF/a04v8n2.pdf)>. [accesado; 24/08/2013]

- MINAG. (2009). Estudio del Mercado Interno para determinación y caracterización del Consumo actual y potencial de Derivados Industriales del Cacao. Dirección de Promoción de Competitividad Agraria. Disponible en: <<http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/mercadointerno-caracterizaciondelconsumoactual.pdf>>. [Accesado: 23/06/2012].
- MUNICIPALIDAD DE PIURA. (2012). Gerencia de servicios comerciales. Oficina de Mercados. Piura
- MULTON, J. 1997. ANALYSIS OF FOOD CONSTITUENTS. Copyright © 1997 by Wiley-VCH, INC.
- NORMA TÉCNICA PERUANA 209.264.2013 (Revisada el 2013). TÉ. Alimentos Cocidos de ReconstitucionInstantanea. Determinación de Humedad. Método gravimétrico. Lima, Perú, 14 de marzo del 2013. 07 p
- NORMA TÉCNICA PERUANA 209.264.2013 (Revisada el 2013). TÉ. Alimentos Cocidos de ReconstitucionInstantanea. Determinación de Grasa. Método gravimétrico. Lima, Perú, 14 de marzo del 2013. 07 p
- NUÑEZ, C. y CHUMBIRAY, M. (1991). Determinación de vida en anaquel de productos alimenticios procesados mediante pruebas aceleradas (ASLT). Centro de Investigación de la producción industrial (CIPI). Universidad de Lima. Facultad de ingeniería Industrial. Primera parte.
- OCAMPO, A. sf. Determinación de la vida de anaquel del café soluble elaborado por la empresa DECAFÉ S.A. y evaluación del tipo de empaque en la conservación del producto. Tesis (Ingeniero Químico). Manizales, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 104 p.

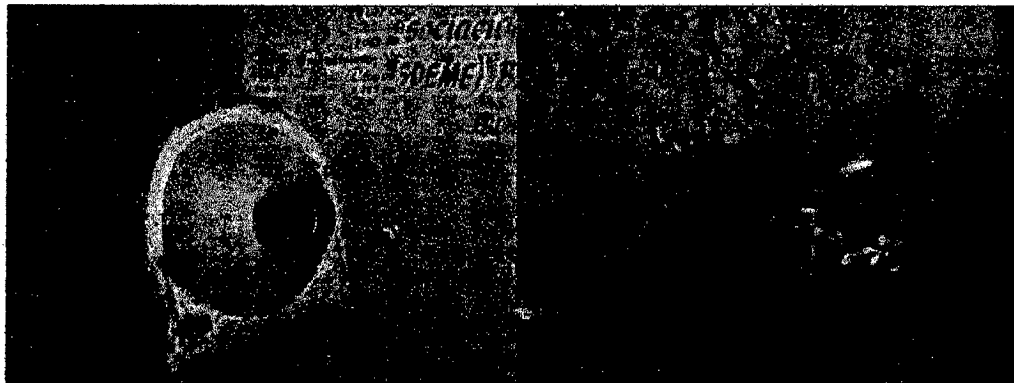
Disponible en: <<http://www.bdigital.unaf.edu.co/1008/1/jaimeandrescampomunoz.2003.pdf>>. [Accesado: 25/06/2012].

- PEÑA, P. (2003). Chocolate – origen e historia. Revistaciencias.com (Publicaciones científicas). Publicado Thursday, 25 de September. Código ISPN de la Publicación: EPYUVFUEVADDJZYQXB. Disponible en: <<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpyuVFuEVAdDjzYqXB.php>>. [Accesado: 22/06/2012].
- PLÁSTICOS DEL LITORAL PLASTLIT S.A. (2013). Prospecto de oferta publica Decima: Emisión de Obligaciones. Disponible en: <<http://issuu.com/webmasterbvq/docs/obliplastlit02-13.pdf>>.
- PRESCOTT, HARLEY Y KLEIN, (2000). Microbiología. Cuarta Edición. Mexico Editorial Interamericana.
- PROPILCO S.A. (1994), Películas en polipropileno. Disponible en: <[http://www.propilco.com.co/downloadableFiles/publications/457\\_Edicion\\_No.\\_25\\_Pelicula\\_en\\_PP.pdf](http://www.propilco.com.co/downloadableFiles/publications/457_Edicion_No._25_Pelicula_en_PP.pdf)>. [Accesado: 12/08/2013].
- ROCKLAND, L. Y BEUCHAT, L, (1987). La Actividad de Agua. Teoría y Aplicaciones. Ediciones Montana. 404p
- SHARMA, S., MULVANEY, S. Y RIZVI, S. (2003). Ingeniería de alimentos, Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Primera edición. México D.F., México. Editorial LIMUSA S.A. 348 p.
- VITERI, P. G. (2010). Desarrollo de un producto alimenticio: crema de chocolate, utilizando aceite de palma en industrial DANEC S.A. Tesis (Ingeniero Químico). Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Técnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. 165 p. Disponible en: <<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/682/1/96T00134.pdf>>. [Accesado: 23/06/2012].

# ANEXOS

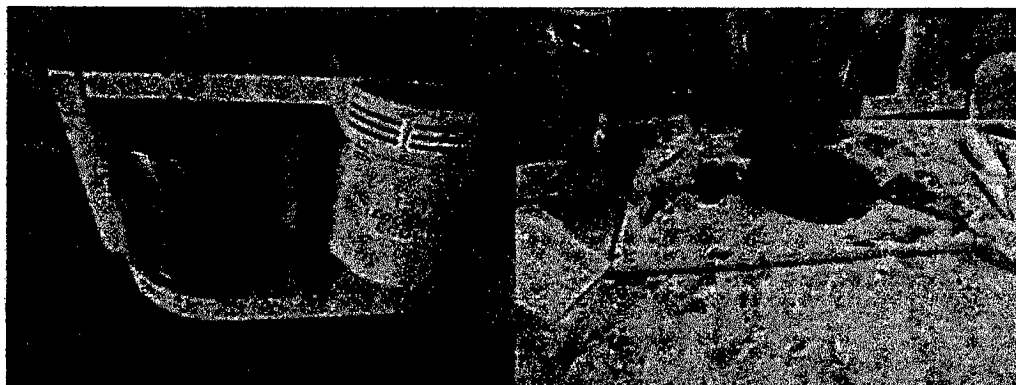
## **ANEXO 01**

### **Elaboración de Chocolate de Taza (ASDEME)**



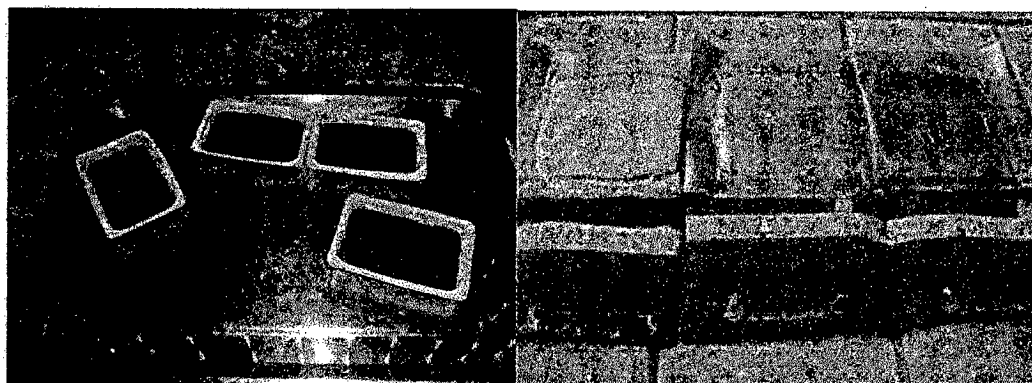
**Tostado**

**Molienda**



**Enconchado**

**Atemperado**

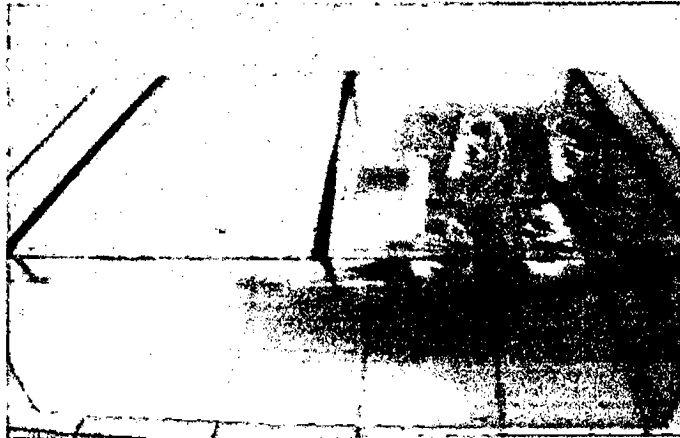


**Moldeado**

**Envasado**

## **ANEXO 02**

### **Atmosferas Modificadas**



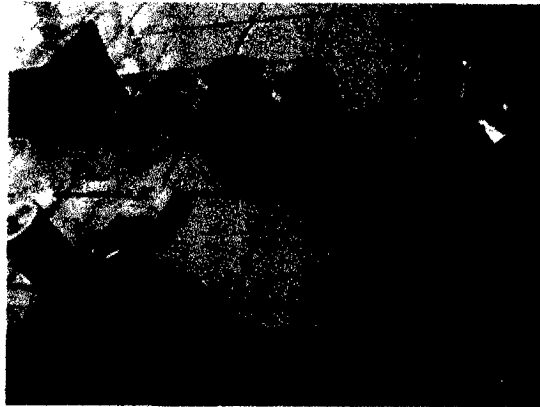
**Atmosfera a T° ambiente**



**Atmosferas a 20 y 25° C**

### **ANEXO 03**

**Montaje utilizado para determinar la permeabilidad**



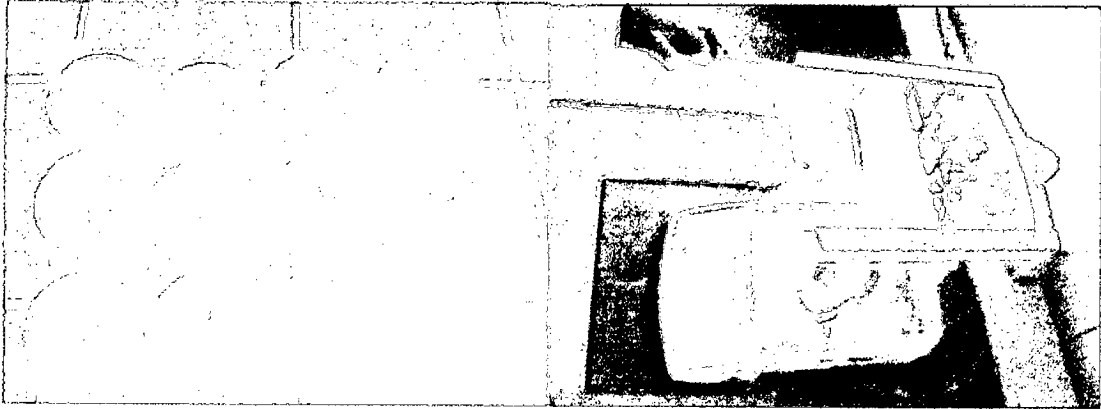
**Vacelina en los bordes**



**Recipiente conteniendo NaCl y  $\text{MgCl}_2$**

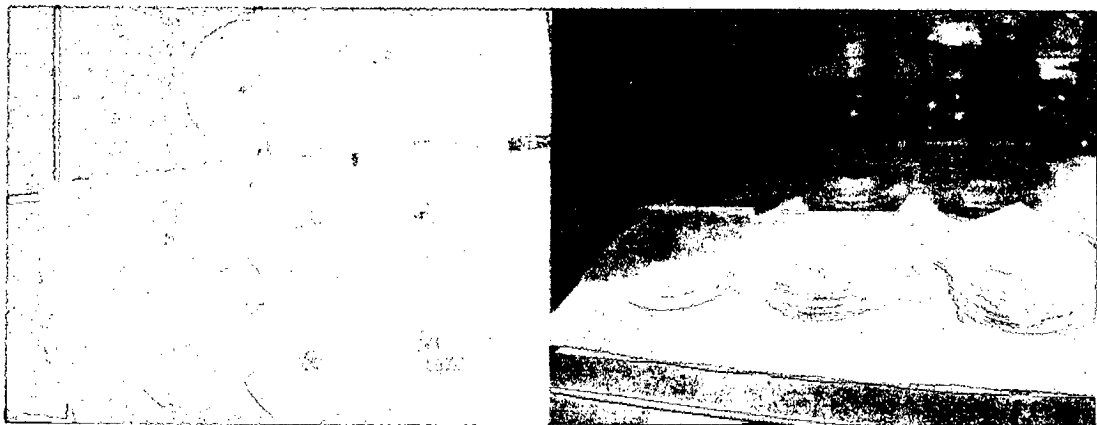
## ANEXO 04

Método de Interpolación Gráfica según Landrock y Proctor (1951). Conway



Placas conway conteniendo NaCl y  $MgCl_2$

peso de la muestra

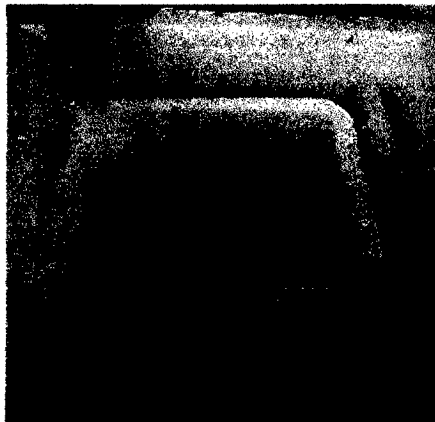


Placas conway conteniendo muestra

Incuban por 12 horas

## ANEXO 05

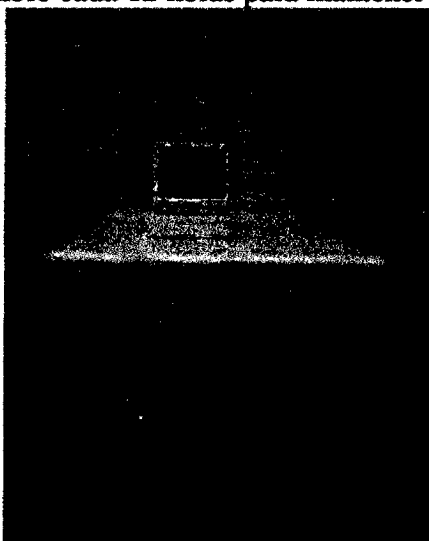
Determinación de las isothermas de sorción.



Montaje a base de dos corchos , gel conservante e hidrometro para tener una camara reguladora a temperatura constante



Gel conservante se cambió cada 12 horas para mantener la temperatura contante



Cámara reguladora a temperatura constante



## ANEXO 6

### Determinación de Grasas

Se extraerá la grasa con hexano a una muestra libre de humedad, en un extractor tipo Soxhlet

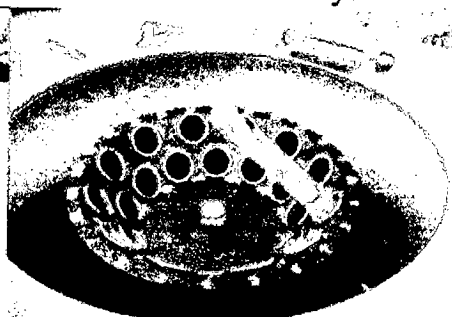


Muestra disuelta en hexano

Vertir en tubos de ensayos



Colocarlas en la centrifuga



Muestra después de 15 minutos



Muestra en balones de soflex



Equipo de soxhlet

Grasa obtenida

## ANEXO 7

### Determinación de Proteínas Método Kjeldahl

#### REACTIVOS

- Ácido sulfúrico concentrado, p.a.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio, p.a.
- Sulfato cúprico, p.a.
- Solución de hidróxido de sodio al 15 % . Disolver 150 g de NaOH y completar a 1 litro.
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Tomar 2.7 mL de  $H_2SO_4$  conc. y completar a 1 litro, luego estandarizar con  $Na_2CO_3$  anhidro p.a.
- Solución de hidróxido de sodio al 30 %. Disolver 300 g de NaOH y completar a 1 litro.
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol. Disolver 1 g de rojo de metilo en 100 mL de etanol (95 %)
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Tomar 4 g de NaOH y enrasar a 1 litro con agua recientemente hervida y enfriada. Valorar con ácido succínico.
- Ácido bórico al 3 %. Disolver 30 g de ácido bórico y completar a 1 litro.
- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 % en relación de 2:1, en alcohol etílico.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Tomar 8.3 mL de HCl conc. y enrasar a 1 litro. Valorar con  $Na_2CO_3$  anhidro

#### PROCEDIMIENTO

- Realizar la muestra en duplicado.
- Efectuar un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos.
- Pesar al 0.1 mg. alrededor de 1 g de muestra homogeneizada (m) en un matraz de digestión Kjeldahl.
- Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 mL de ácido sulfúrico conc.
- Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 mL de hidróxido de sodio al 15 %. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada debe ser limpiado con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico. Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15 % adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada (aprox. 3 análisis).
- Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 15 a 20 min. más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de sílica antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente.

- Enfriar y agregar 200 mL de agua.
- Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 mL de NaOH al 30 % por el embudo, y cerrar la llave.
- Destilar no menos de 150 mL en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en:
  - a. 50 mL de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 mL de agua destilada. Asegurar un exceso de  $H_2SO_4$  para que se pueda realizar la retrotitulación. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo
  - b. 50 mL de ácido bórico al 3 %. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6. Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 mL de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 mL de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30 % para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L(-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 % verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L(-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 %

## CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$\%N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

$$\% \text{ Proteína} = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}}{m \times 1000}$$

Dónde:

V: 50 mL  $H_2SO_4$  0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

m: masa de la muestra, en gramos

Factor:

6.25: para carne, pescado, huevo, leguminosas y proteínas en general

5.7: para cereales y derivados de soya

6.38: leche

5.55: gelatina

5.95: arroz

## ANEXO 08:

### FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Evaluación de los ..... días

Producto: CHOCOLATE DE TAZA.

Pruebe por favor las muestras de chocolate de taza en el orden que se le presentan e indique, según la escala, su nivel de agrado para cada muestra marcando con una "X" la opción que describe su sentir con el producto presentado.

Muestra	ACIDEZ			AMARGO			CUERPO			IMPRESIÓN GLOBAL		
	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MADIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA
1												
2												
3												
4												
5												
6												

## ANEXO 09

### FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Producto: CHOCOLATE DE TAZA.

Pruebe por favor las muestras de chocolate de taza en el orden que se le presentan e indique, según la escala, su nivel de agrado para cada muestra marcando con una "X" la opción que describe su sentir con el producto presentado

MUESTRA N° 1	Color	Aroma	Sabor	MUESTRA N° 2	Color	Aroma	Sabor
Me gusta mucho				Me gusta mucho			
Me gusta				Me gusta			
Ni me gusta ni me disgusta				Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta				Me disgusta			
Me disgusta mucho				Me disgusta mucho			
MUESTRA N° 3	Color	Aroma	Sabor	MUESTRA N° 4	Color	Aroma	Sabor
Me gusta mucho				Me gusta mucho			
Me gusta				Me gusta			
Ni me gusta ni me disgusta				Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta				Me disgusta			
Me disgusta mucho				Me disgusta mucho			
MUESTRA N° 5	Color	Aroma	Sabor	MUESTRA N° 6	Color	Aroma	Sabor
Me gusta mucho				Me gusta mucho			
Me gusta				Me gusta			
Ni me gusta ni me disgusta				Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta				Me disgusta			
Me disgusta mucho				Me disgusta mucho			

Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS

## ANEXO 10.

## ENCUESTA DE CONSUMO DE CHOCOLATE DE TAZA.

- 1) Ud. consume chocolate de taza:  
a) Si                                      b) No (muchas gracias pase pregunta 10)
- 2) Hace que tiempo fue la última vez que ud. consumió chocolate de taza:  
.....
- 3) Con que frecuencia ud. consume chocolate de taza:  
.....veces /semana ..... veces /mes ..... veces /año
- 4) Que marcas de chocolate de taza conoce:  
.....  
.....
- 5) De las marcas que ud. conoce cuál de ellas consume:  
.....  
.....
- 6) Por que consume las marca(s) indicada(s)?.  
a) Precio                                  b) Marca                                  c) Calidad  
d) Costumbre                            e) Otros.....
- 7) Al momento de comprar un chocolate de taza que es lo primero que toma en cuenta?.  
a) Marca                                  b) La presentación                      c) El precio  
d) La forma                              e) Otros.....
- 8) A cuál de estos lugares acude a comprar sus chocolate de taza:  
a) Centros comerciales    b) Supermercado                      c) Bodega  
d) Pastelería                            e) Otros.....
- 9) En que fechas ud. consume chocolate de taza:  
.....
- 10) Conoce usted los beneficios del consumo de chocolate de taza:  
a) Si                                         b) No
- 11) Si a usted se le diera a conocer los beneficios a su salud lo consumiría con frecuencia.  
a) Si                                         b) No  
Porque:.....
- 12) Estaría dispuesto a probar una nueva marca de chocolate de taza.  
a) Si                                         b) No
- 13) Que tendría usted en cuenta para consumir una nueva marca:  
a) Marca                                  b) La presentación                      c) El precio  
d) La forma                              e) Otros.....

## ANEXO 11.

### ENCUESTA PARA VENEDORES

1) ¿Usted en su negocio ofrece chocolate de taza?

a) Si

b) No

2) ¿Qué marcas de chocolate de taza usted ofrece?

.....  
.....

3) ¿Usted en su negocio ofrece chocolate de taza todo el año o en una fecha específica?

.....  
.....

4) ¿Al momento de que los clientes le solicitan una barra chocolate de taza que es lo que tienen en cuenta?

.....  
.....

5) ¿Qué marca de chocolate de taza tiene mayor demanda?

.....  
.....

6) ¿A cuánto asciende la demanda de chocolate de taza (cajas, paquetes)?

.....  
.....

## ANEXO 12

% Humedad De las muestras en empaque de polipropileno mono orientado y aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.

DIAS	Polipropileno mono orientado			bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno		
	20°C	25°C	30°C	20°C	25°C	30°C
0	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
15	0.35	0.35	0.63	0.3	0.53	0.35
30	0.25	0.51	0.35	0.18	0.44	0.33
45	2.34	1.64	1.36	1.56	1.5	1.57
60	2.36	1.66	1.37	1.66	1.31	1.60
75	2.39	1.68	1.38	1.67	1.34	1.12
90	2.36	1.67	1.37	1.68	1.35	1.13



## ANEXO 13



Índice de peróxido de las muestras en los empaques polipropileno mono orientado y en la bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno cada 15 días.

DIAS	Polipropileno mono orientado			bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno		
	20°C	25°C	30°C	20°C	25°C	30°C
0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
15	0.35	0.63	0.9	0.4	0.53	0.8
30	3.60	2.12	2.46	2.15	2.37	1.79
45	5.2	2.43	3.25	3.72	2.69	2.34
60	4.46	3.98	5.15	4.34	4.59	4.65
75	4.12	4.76	5.09	4.02	4.51	4.61
90	4.1	4.72	4.79	4.23	4.49	4.57

## ANEXO 14.

Tabla para la prueba de Kolmogorov-Smirnov

$n$	$\alpha = 20 \%$	$\alpha = 10 \%$	$\alpha = 5 \%$	$\alpha = 2 \%$	$\alpha = 1 \%$
	0.	0.	0.	0.	0.
1	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
2	0.684	0.776	0.842	0.900	0.929
3	0.565	0.636	0.708	0.785	0.829
4	0.493	0.565	0.624	0.689	0.734
5	0.447	0.509	0.563	0.627	0.669
6	0.410	0.468	0.519	0.577	0.617
7	0.381	0.436	0.483	0.538	0.576
8	0.359	0.410	0.454	0.507	0.542
9	0.339	0.387	0.430	0.480	0.513
10	0.323	0.369	0.409	0.457	0.486
11	0.308	0.352	0.391	0.437	0.468
12	0.296	0.338	0.375	0.419	0.449
13	0.285	0.325	0.361	0.404	0.432
14	0.275	0.314	0.349	0.390	0.418
15	0.266	0.304	0.338	0.377	0.404
16	0.258	0.295	0.327	0.366	0.392
17	0.250	0.286	0.318	0.355	0.381
18	0.244	0.279	0.309	0.346	0.371
19	0.237	0.271	0.301	0.337	0.361
20	0.232	0.265	0.294	0.329	0.352
21	0.226	0.259	0.287	0.321	0.344
22	0.221	0.253	0.281	0.314	0.337
23	0.216	0.247	0.275	0.307	0.330
24	0.212	0.242	0.269	0.301	0.323
25	0.208	0.238	0.264	0.295	0.317
26	0.204	0.233	0.259	0.290	0.311
27	0.200	0.229	0.254	0.284	0.305
28	0.197	0.225	0.250	0.279	0.300
29	0.193	0.221	0.246	0.275	0.295
30	0.190	0.218	0.242	0.270	0.290
35	0.177	0.202	0.224	0.251	0.269
40	0.165	0.189	0.210	0.235	0.252
45	0.156	0.179	0.198	0.222	0.238
50	0.148	0.170	0.188	0.211	0.226
55	0.142	0.162	0.180	0.201	0.216
60	0.136	0.155	0.172	0.193	0.207
65	0.131	0.149	0.166	0.185	0.199
70	0.126	0.144	0.160	0.179	0.192
75	0.122	0.139	0.154	0.173	0.185
80	0.118	0.135	0.150	0.167	0.179
85	0.114	0.131	0.145	0.162	0.174
90	0.111	0.127	0.141	0.158	0.169
95	0.108	0.124	0.137	0.154	0.165
100	0.106	0.121	0.134	0.150	0.161
Aproximación Para $n$ grande	$1.07 / \sqrt{n}$	$1.22 / \sqrt{n}$	$1.36 / \sqrt{n}$	$1.52 / \sqrt{n}$	$1.63 / \sqrt{n}$

## ANEXO 15

Evaluación sensorial:

a) Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno 30°C.

Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno 30°C					
Días	Aceptabilidad				
0	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+
45	+	+	+	+	-5
60	+	+	-4	+	+
75	+	+	-3	+	+
90	+	-2	+	-1	+

b) Polipropileno Cast o monoorientado, 30°C.

Polipropileno Cast o mono orientado 30°C					
Días	Aceptabilidad				
0	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+
45	+	+	+	+	+
60	+	-5	+	+	+
75	-3	+	+	-4	+
90	+	+	-2	-1	+

c) Polipropileno Cast o monoorientado, 25°C.

Polipropileno mono orientado 25°C					
Días	Aceptabilidad				
0	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+
45	+	+	+	+	+
60	+	-5	+	+	+
75	-3	+	+	-4	+
90	+	+	-2	-1	+

d) Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno, 20°C.

Bolsa de aluminio, de poliéster, barrera de polietileno 20°C					
Días	Aceptabilidad				
0	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+
45	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+
75	+	+	+	+	+
90	+	+	-4	+	+
135	-1	+	-2	-3	+

e) Polipropileno cast o mono orientado, 20°C

Polipropileno cast o mono orientado 20°C					
Días	Aceptabilidad				
0	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	-9
45	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+
75	+	+	-5	+	+
90	+	+	+	-4	+
135	+	-1	-2	+	-3

## ANEXO 16

Permeabilidad de los empaques a 25°C.

a) Bolsa de aluminio, de poliéster con barrera de polietileno.

Tiempo (Días)	Agua ganada (g)
0	0.0000
5	0.0013
10	0.0023
15	0.0046
20	0.0053

b) Polipropileno cast o mono orientado.

Tiempo (Días)	Agua ganada (g)
0.0	0.0000
5.0	0.0048
10.0	0.0081
15.0	0.0152
20.0	0.0193